الطاقة الكهربائية والمكثفات

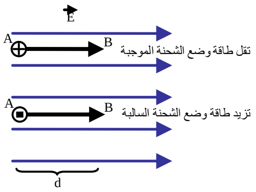
* أولا: الجهد الكهربائي

طاقة الوضع الكهربائية : " هي الطاقة التي يكتسبها جسم مشحون نتيجة وجوده في مجال كهربائي. " $\Delta P.E = - W_e$

ملاحظة: طاقة الوضع الكهربائية جزء من الطاقة الميكانيكية :

$$M.E. = K.E. + P.E._{\text{جذبية}} + P.E._{\text{مرونية}} + P.E._{\text{كهربائية}}$$

*طاقة الوضع الكهربائية لشحنة في مجال منتظم :

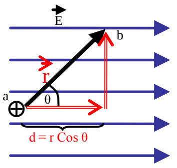


المجال المنتظم : " مجال ثابت المقدار والاتجاه عند جميع النقاط ".

مثل : المجال بين صفيحتين متوازيتين تحملان شحنتين مختلفتين .

مميزاته :

- ثابت المقدار و الاتجاه عند جميع نقاطه .
- خطوطه مستقيمة متوازية متساوية البعد عن بعضها باتجاه واحد.



$\Delta P.E = - W$

$\Delta P.E = - \vec{F} \cdot \vec{r}$

$\Delta P.E = - q\vec{E} \cdot \vec{r}$

$\Delta P.E = - qE \; r \; \cos\theta$

$\Delta P.E = - q \, E \; d$

* عند نقل شحنة بسرعة ثابتة باتجاه المجال تتغير طاقة الوضع الكهربائية :

$$\Delta P.E. = - q \, E \, d$$

(تغير طاقة الوضع لشحنة بين نقطتين) (الشحنة المنقولة) (شدة المجال) (مركبة الإزاحة بين النقطتين الموازية للمجال)

*** في المجال المنتظم :**

عند نقل شحنة موجبة بسرعة ثابتة باتجاه المجال تقل طاقة الوضع الكهربائية لها . (d مع المجال موجبة عكس المجال سالبة)

عند نقل شحنة سالبة بسرعة ثابتة باتجاه المجال تزيد طاقة الوضع الكهربائية لها. (d عمودية على المجال تساوي صفر)

* إذا اعتبرنا بداية الإزاحة مستوى صفري تكون طاقة الوضع الابتدائية صفرًا .

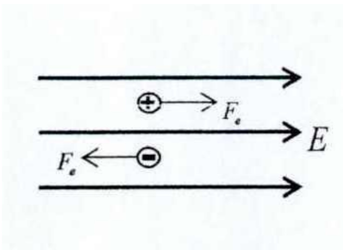
الشغل المبذول من المجال (W_e)

يصلح للنقطية والمنتظم ← $W_e = - \Delta P.E = - q\Delta V$

(W_e) موجب : يعني أن الشحنة تحركت بفعل المجال وتقل طاقة وضعها.

(W_e) سالب: يعني أن الشحنة تحركت بفعل شغل خارجي وتزيد طاقة وضعها.

(W_e) صفر: يعني أن الشحنة تحركت عمودياً على خطوط المجال ولم تتغير طاقة وضعها.



أولاً : إذا وضعت شحنة في مجال الكهربائي بحيث تترك بحرية فإنها:

- تتحرك بفعل المجال فيكون (W_e) موجب.
- (P.E) تقل و (K.E) تزيد.
- الشحنة الموجبة تتحرك باتجاه المجال والسالبة عكس اتجاه المجال.
- الطاقة الميكانيكية تبقى ثابتة (بغياب الاحتكاك والإشعاع)

$$\mathbf{K.E = W_e = - \Delta P.E}$$

ثانيا: إذا تحركت الشحنة الموجبة عكس المجال أو السالبة مع المجال فإن:

(W_e) يكون سالب (وهذا يعني أن تحريك الشحنة تم ببذل شغل خارجي).

(P.E) تزيد وتكون ($\Delta P.E$) موجبة.

طاقة الوضع الكهربائية لشحنة في المجال المنتظم :

$$P.E. = - q \, E \, d$$

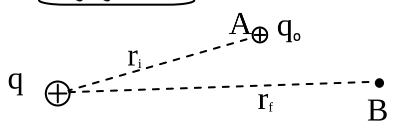
(طاقة الوضع لشحنة عند نقطة) (الشحنة الموضوعة) (مركبة الإزاحة الموازية للمجال بدءاً من المستوى المرجعي)

تحسب باعتبار أحد اللوحين هو المستوى المرجعي لطاقة الوضع:

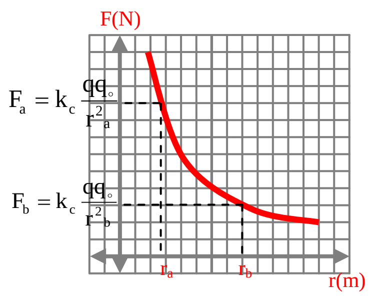
* في مجال غير منتظم ناتج عن شحنة وحيدة:

تتغير القوة المؤثرة على الشحنة أثناء نقلها حسب قانون كولوم كما بالشكل.

يحسب الشغل المبذول بواسطة قوة المجال من المساحة تحت المنحنى وفقاً للعلاقة:



$$W_e = k_c q q_\circ \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f}\right)$$



يكون تغير طاقة الوضع للشحنة المنقولة هو سالب شغل المجال الكهربائي:

$$\Delta P.E. = k_c qq_\circ \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i}\right)$$

طاقة وضع شحنة عند نقطة في مجال غير منتظم لشحنة وحيدة:

تحسب باعتبار المالانهاية هي المستوى المرجعي لطاقة الوضع:

$$P.E._a = k_c \frac{qq_\circ}{r_a}$$

* طاقة الوضع الكهربائية و طاقة الوضع الجاذبية :

المجال الكهربائي يشبه مجال الجاذبية الأرضية :

- يبذل المجال الكهربائي شغلاً على الشحنة الموجبة عند تحريكها باتجاه المجال فتصبح طاقة الجهد النهائية أقل من طاقة الجهد الابتدائية.
- يبذل المجال الأرضي شغلا على كتلة عند تحريكها باتجاه المجال فتصبح طاقة الوضع النهائية أقل من طاقة الوضع الابتدائية .
- لا يبذل شغل لتحريك شحنه باتجاه عمودي على المجال الكهربائي فلا تتغير طاقة الوضع الكهربائية.
- لا يبذل شغل لتحريك كتله باتجاه عمودي على مجال الجذب الأرضي فلا تتغير طاقة الوضع الجذبية.

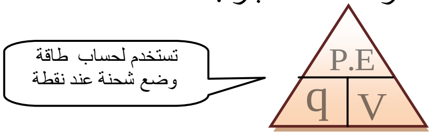
* فرق الجهد الكهربائي :

الجهد الكهربائي عند نقطة : V

طاقة الوضع الكهربائية لشحنة اختبار صغيرة موجبة موضوعة في النقطة مقسومة على مقدار شحنة الاختبار .

∴ العلاقة التعريفية للجهد :

$$V = \frac{P.E._{\text{كهربية}}}{q}$$

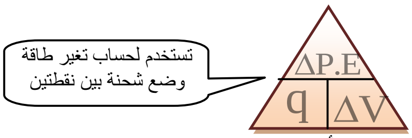


فرق الجهد بين نقطتين : ΔV

التغير في طاقة الوضع الكهربائية لشحنة اختبار عند نقلها من إحدى النقطتين للأخرى مقسوماً على مقدار شحنة الاختبار .

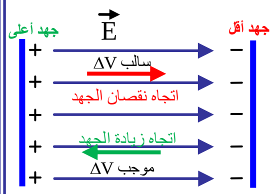
∴ العلاقة التعريفية لفرق الجهد :

$$\Delta V = \frac{\Delta P.E._{\text{كهربية}}}{q}$$



ملاحظة : * طاقة الجهد(الوضع) الكهربائية تقاس بالجول J لأنها طاقة .

* الجهد أو فرق الجهد الكهربائي يقاس بالفولت (وحدة طاقة J على وحدة شحنة C) لأنه تغير طاقة لكل وحدة شحنة .
* يتميز الجهد الكهربائي عن طاقة الوضع الكهربائية بأنه صفة مميزة للنقطة و لا يعتمد على الشحنة عند النقطة .



* تغير الجهد بين نقطتين في مجال منتظم :

$$\Delta V = -E\,d$$

فرق الجهد بين نقطتين

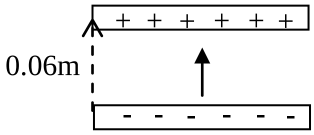
مركبة الإزاحة بين النقطتين باتجاه يوازي المجال

* الجهد عند نقطة في مجال منتظم :

$$V = -E\,d$$

الجهد الكهربائي عند نقطة

مركبة الإزاحة باتجاه المجال مقاسة من المستوى المرجعي



مثال: فى الشكل المجاور إذا علمت أن (E=500N/C) فأجب عما يلى:

1) حدد اتجاه المجال على الشكل.

2) باعتبار اللوح السالبة نقطة مرجعية:

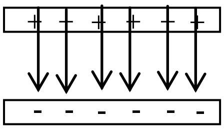
أ) احسب جهد نقطة تقع فى منتصف البعد بين الوحين.

ب) احسب جهد نقطة تبعد مسافة (0.02m) عن اللوح الموجب.

ج) احسب جهد اللوح الموجب.

3) إذا وضع إلكترون فى منتصف البعد بين اللوحين فاحسب القوة الكهربائية المؤثرة عليه وحدد اتجاهها.

الحل:



1) اتجاه المجال من اللوح الموجب إلى السالب.

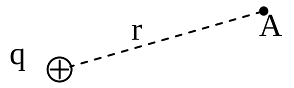
2) أ) $V = -Ed = -500 \times -0.03 = 15V$

ب) $V = -Ed = -500 \times -0.04 = 20\ V$

ج) $V = -Ed = -500 \times -0.06 = 30\ V$

3) $F = qE = 1.06 \times 10^{-19} \times 500 = 8 \times 10^{-17}\ N$ (اتجاه القوة عكس المجال لأن الإلكترون سالب)

* الجهد عند نقطة فى مجال شحنة نقطية واحدة :

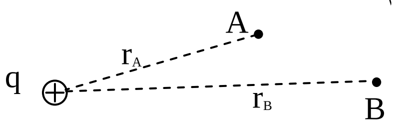


$$V_A = k_c \frac{q}{r}$$

q : الشحنة (نعوض إشارتها السالبة).

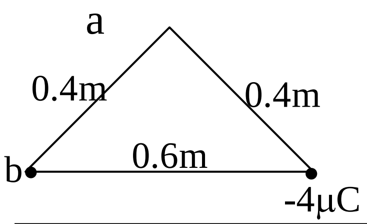
ملاحظة: الجهد عند نقطة A موجود (وسببه الشحنة q) سواء كانت هناك شحنة عند A أم لا .

* فرق الجهد بين نقطتين فى مجال شحنة نقطية واحدة:



$$\Delta V = k_c\, q\,(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i})$$

: فى الشكل المجاور احسب الجهد بين النقطتين (a) و (b) ؟



الحل

$$\Delta V = K_c\, q(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_1}) = 9\times 10^9 \times 4\text{-}\ 10^6\,(\frac{1}{0.6} - \frac{1}{0.4}) = 3\times 10^4 V$$

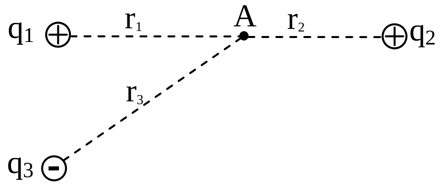
---

* فرق الجهد بين نقطة فى المالانهايه ونقطة بالقرب من الشحنة النقطية(الجهد عند نقطة) :

يمكن اعتبار الجهد عند نقطة في مالانهاية صفراً فيكون فرق الجهد بين نقطة بالقرب من شحنة نقطية وبين المالانهاية هو نفسه الجهد عند النقطة.

$$V_A = \Delta V_{A\to\infty} = k_c \frac{q}{r_A}$$

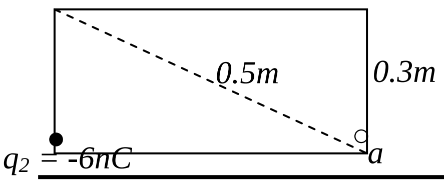
* مبدأ التراكب فى حساب الجهد الكهربائى لمجموعة شحنات عند نقطة :



الجهد الكهربائي عند نقطه قريبه من شحنات نقطية عدة يساوي المجموع الجبري لجميع الجهود الكهربائية لهذه الشحنات عند تلك النقطة.

$$V_A = k_c\,(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3} + \cdots)$$

مثال 1: فى الشكل احسب الجهد عند النقطة (a)

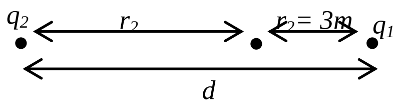


الحل

$$V_a = 9\times 10^9\,(\frac{1.2\times 10^{-9}}{0.3} + \frac{-9\times 10^{-9}}{0.4} + \frac{5\times 10^{-9}}{0.5}) = -9V$$

مثال 2: شحنتان ($q_1 = 6\mu C$) و ($q_2 = -12\mu C$) إذا كان الجهد الكلى عند نقطة بين الشحنتين وتبعد مسافة (3m) عن (q_1) يساوى (-9000V) فأحسب البعد بين الشحنتين.

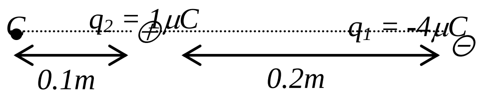
الحل



$$-9000 = 9\times 10^9\,(\frac{6\times 10^{-6}}{3} + \frac{-12\times 10^{-6}}{r_2})$$

$r_2 = 4m \rightarrow d = 3 + 4 = 7m$

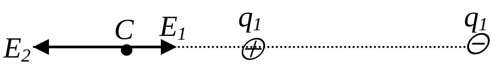
مثال3: فى الشكل المجاور احسب الجهد وشدة المجال عند النقطة (c)؟



الحل:

$$V_c = 9\times 10^9\,(\frac{1\times 10^{-6}}{0.1} + \frac{-4\times 10^{-6}}{0.3}) = 30000V$$

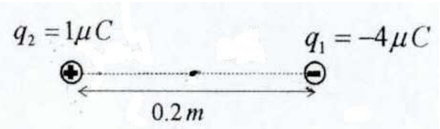
$$E_1 = 9\times 10^9 \times \frac{4\times 10^{-6}}{0.3^2} = 4\times 10^5 N/C\ \ (+x)$$



$$E_2 = 9\times 10^9 \times \frac{1\times 10^{-6}}{0.1^2} = 9\times 10^5 N/C\ \ (-x)$$

$$E_R = 9\times 10^5 - 4\times 10^5 = 5\times 10^5 N/C\ \ (-x)$$

مثال4: فى الشكل المجاور احسب:



1) الجهد فى منتصف البعد بين الشحنتين.
2) احسب طاقة الوضع الكهربائية للشحنة q_1
3) إذا أصبحت المسافة بين الشحنتين ضعف ما هى عليه هل تزيد طاقة الوضع الكهربائية ام تقل.
4) كم تصبح طاقة وضع الشحنة q_1 إذا نقلت إلى المالانهاية.

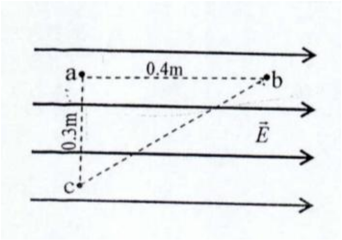
الحل

1) $V_T = 9 \times 10^9 \left(\frac{1 \times 10^{-6}}{0.1} + \frac{-4 \times 10^{-6}}{0.1} \right) = -270000V$

2) $P.E = K_c \frac{q_1 q_2}{r_{12}} = 9 \times 10^9 \times \frac{-4 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{0.2} = 0.18J$

3) تزيد .. إذا زاد البعد تقل القيمة السالبة للطاقة فيزيد مقدارها.
4) صفر

مثال5: فى الشكل المجاور إذا علمت أن (E=20N/C) فأجب عما يلى:



1) قارن بين شدة المجال الكهربائى عند النقطتين (a) و (b)
2) قارن بين الجهد الكهربائى عند النقطتين (a) و (b)
3) قارن بين جهد النقطتين (a) و (b)
4) احسب فرق الجهد بين كل من النقطتين:

a و b　　　　b و a　　　　a و c　　　　c و b

الحل

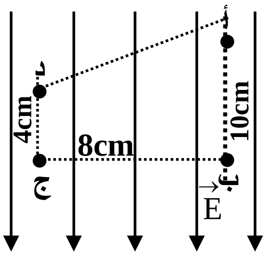
....

....

....

....

مثال6: فى الشكل المجاور إذا كان مقدار المجال الكهربائى (5N/C) أجب عما يأتى:



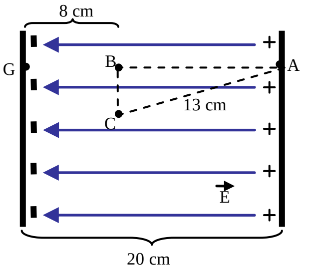
1) أى النقاط يكون الجهد الكهربائى عندها أكبر من الجهد الكهربائى عند باقى النقاط؟
2) سم نقطتين الجهد عندهما متساوى .. فسر إجابتك.
3) احسب فرق الجهد الكهربائى بين النقطتين (أ ، د) ؟

الحل

1) أ
2) ب ، ج لأنهما على خط واحد يعامل المجال الكهربائى فتكون $(d=0)$ أو $(\Delta V=0)$
3) $d = 0.10 - 0.04 = 0.06$

$\Delta V = -Ed = -5 \times 0.06 = -0.3V$

مثال 7 : فى الشكل المجاور مجال كهربائى منتظم بين لوحين مقدار فرق الجهد بينهما 800 v . مستعينا بالشكل أجب عما يأتى:



1- كم مقدارفرق الجهد بين النقطتين A و G ؟ و أيهما أعلى جهداً ؟
2- احسب مقدار فرق الجهد بين النقطتين A و C .
3- ما مقدار فرق الجهد بين A و B .
4- ما مقدار فرق الجهد بين B و C .
5- إذا بدأ بروتون حركته من السكون عند نقطة A فكم تصبح طاقة حركته عند B ؟ وكم سرعته ؟

الحل :

1- فرق الجهد بين النقطتين A و G هو نفسه فرق الجهد بين اللوحين (800 v) A أعلى جهد.

2- $E = -\frac{\Delta V}{d} \Rightarrow E = -\frac{800}{-0.2} = 4000 \quad N/c$

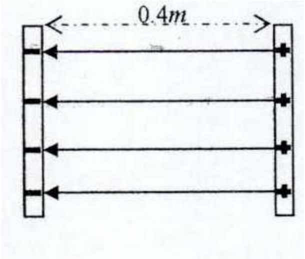
$\Delta V = -E\,d \Rightarrow |\Delta V| = 4000 \times 0.12 = 480\ v$

3- فــــرق الجهـــــد بـــين النقطتــــين A و B هــــو نفســـه فـــرق الجهـــد بـــين A و C أي 480V
4- فـرق الجهـد بـين النقطتـين B وC يسـاوي الصـفر لأنهمـا واقعتـان فـي مسـتوى عمـودي علـى خطـوط المجـال.
5- البرتـــون بـــدأ مـــن الســـكون لـــذلك طاقتـــه الحركيـــة تســـاوي فـــي المقـــدار تغيـــر طاقـــة الوضـــع الكهربائيـــة

$$\Delta P.E. = q\,\Delta V \quad \Rightarrow \quad \Delta P.E. = 1.6\times10^{-19}\times(-480) = -7.68\times10^{-17}\ \text{j}$$

$$K.E. = 7.68\times10^{-17}\ \text{j} \quad \Rightarrow \quad \vartheta = \sqrt{\frac{2K.E.}{m}} \quad \Rightarrow \quad \vartheta = \sqrt{\frac{2\times7.68\times10^{-17}}{1.67\times10^{-27}}} = 3.03\times10^{5}\ m/s$$

مثال8: فى الشكل إذا علمت أن (E = 400N/C) فأجب عما يلى باعتبار اللوح السالب نقطة مرجعية.



1) احسب جهد نقطة تقع فى منتصف البعد بين الشحنتين.
2) احسب طاقة وضع شحنة (q_0 – 2nC) موضوع على بعد (0.1m) من اللوح الموجب.
3) احسب مقدار واتجاه القوة الكهربائية المؤثر على الشحنة (q_0)

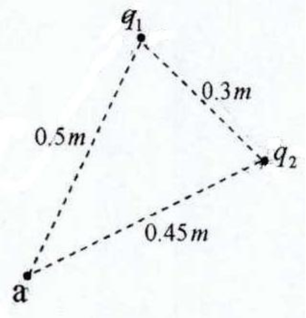
الحل

1) $V = -Ed = -400 \times -0.2 = 80V$

2) $P.E = -qEd = -2\times10^{-9}\times400\times -0.3 = 2.4\times10^{-7}J$

3) $F = qE = 2\times10^{-9}\times400 = 8\times10^{-7}N$ اتجاه القوة بنفس اتجاه المجال لأن الشحنة المتأثرة موجبة.

مثال9: يبين الشكل المجاور نقطة (a) تقع بالقرب من شحنتين نقطيتين ($q_1 = -2\times10^{-8}C$) و ($q_2 = 2\times10^{-8}$)



1) احسب الجهد الكهربائى عند النقطة (a) .
2) احســـب التغيـــر فـــى طاقـــة الوضـــع الكهربائيـــة للشـــحنة (q_2) إذا نقلت من موضعها إلى النقطة (a)

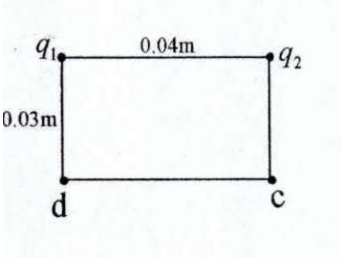
الحل

1) $V_T = K_c\left(\frac{q_1}{r_1}+\frac{q_2}{r_2}\right) = 9\times10^{9}\left(\frac{-2\times10^{-8}}{0.5}+\frac{2\times10^{-8}}{0.45}\right) = 40\ V$

2) $\Delta P.E = K_c q_1 q_2\left(\frac{1}{r_f}-\frac{1}{r_1}\right)$

$$= 9\times10^{9}\times -2\times10^{-8}\times2\times10^{-8}\left(\frac{1}{0.5}-\frac{1}{0.3}\right) = 4.8\times10^{-6}J$$

س10: شحنتان ($q_1 = 3\times10^{-6}C$) و ($q_2 = 6\times10^{-6}C$) موضوعة على مستطيل كما فى الشكل المجاور والمطلوب:



1) احسب الجهد عند النقطة (C)
2) احسب شغل المجال عند انتقال (q_2) من موقعها إلى النقطة (d)
3) هل انتقلت الشحنة بفعل قوة المجال أم بتأثير قوة خارجية .. فسر إجابتك

الحل

1) $V_c = 9\times10^{9}\left(\frac{3\times10^{-6}}{0.05}+\frac{6\times10^{-6}}{0.03}\right) = 2.34\times10^{6}V$

2) $W_e = -\Delta P.E = -kq_1q_2\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_1}\right)$

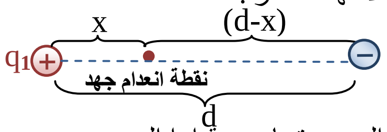
$$= -9\times10^{9}\times3\times10^{-6}\times6\times10^{-6}\left(\frac{1}{0.03}-\frac{1}{0.04}\right) = -1.35J$$

3) بفعل قوة خارجية لأن (W_e) سالب أو لأن طاقة وضع الشحنة زادت.

نقطتـــــــــا انعــــــــدام الجهــــــــد علـــــــى الخـــــــط المـــــــار مـــــــن شـــــــحنتين مختلفتـــــــين:

النقطة الأولى:

تقع بينهما أقرب لأقلهما مقداراً.



عند نقطة انعدام الجهد: يتساوى مقدارا الجهد

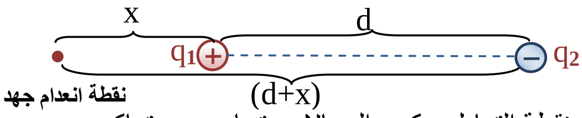
$$V_1 = - V_2$$

$$k_c \frac{q_1}{x} = k_c \frac{q_2}{(d-x)}$$

$$\frac{q_1}{x} = \frac{q_2}{(d-x)}$$

النقطة الثانية:

تقع خارجهما ناحية أقلهما مقداراً.



عند نقطة التعادل: يكون المجالان متساويين ومتعاكسين

$$V_1 = - V_2$$

$$k_c \frac{q_1}{x} = k_c \frac{q_2}{(d+x)}$$

$$\frac{q_1}{x} = \frac{q_2}{(d+x)}$$

مثال11: شحنتان الأولى q_1 سالبة مقدارها 20μ.c والثانية q_2 موجبة مقدارها 5 μ.c والمسافة بينهما 12 cm :

- حدد موضع النقطتين على الخط المار من الشحنتين اللتان ينعدم عندهما الجهد الكهربائي .

الحل:

1- النقطة الأولى خارجهما ناحية الأقل مقداراً (q_2)

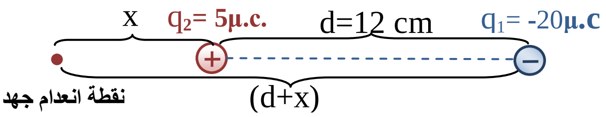
$$V_2 = - V_1$$

$$k_c \frac{q_2}{x} = k_c \frac{q_1}{(d+x)}$$

$$\frac{q_2}{x} = \frac{q_1}{(d+x)}$$

$$\frac{5}{x} = \frac{20}{(12+x)} \Rightarrow 20x = 60 + 5x$$

$$15x = 60 \Rightarrow x = 4\ cm$$



النقطة الثانية بينهما أقرب للشحنة الأقل مقداراً (q_2)

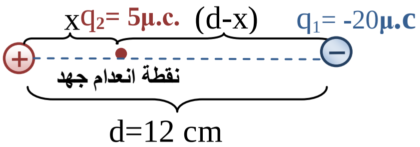
$$V_2 = V_1$$

$$k_c \frac{q_2}{x} = k_c \frac{q_1}{(d-x)}$$

$$\frac{q_2}{x} = \frac{q_1}{(d-x)}$$

$$\frac{5}{x} = \frac{20}{(12-x)} \Rightarrow 20x = 60 - 5x$$

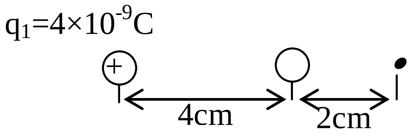
$$25x = 60 \Rightarrow x = 2.4\ cm$$



مثال12 : الشكل المجاور يمثل شحنتين نقطتين (q_2, q_1) فإذا انعدم الجهد الكهربائى عند النقطة (c) أجب عما يلى:

1) احسب مقدار الشحنة (q_2) وحدد نوعها.

2) احسب مقدار واتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة (q_2)؟

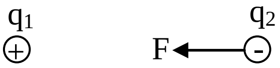


الحل

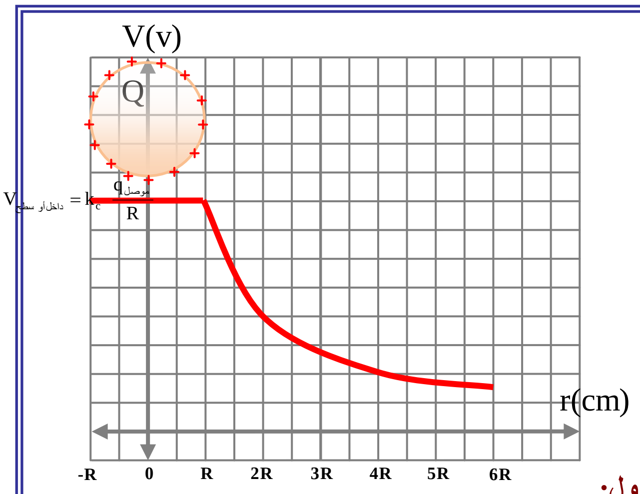
1) بما أن الجهد ينعدم عند النقطة (c) فإن: $V_1 = - V_2$

$$K_c \frac{3 \times 10^{-9}}{0.06} = K_c \frac{-q_2}{0.02}$$

$$q_2 = -1 \times 10^{-9} C$$



$$F_e = K_c \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{3\times10^{-9} \times 1\times10^{-9}}{0.04^2} = 1.69 \times 10^{-5} N(-x)$$ (2



* جهد الموصل الكروى المشحون و المعزول:

أ - عند أى نقطة داخل الموصل أو على سطحه:

يكون الجهد متساوي عند جميع نقاط الموصل داخله وعلى سطحه ويعطى بالعلاقة:

$$V_{\text{داخل أو سطح}} = k_c \frac{q_{\text{موصل}}}{R}$$

ب - عند أى نقطة خارج الموصل:

يعد الموصل كما لو كان شحنة نقطية في المركز ويحسب الجهد من العلاقة:

$$V_{\text{خارج}} = k_c \frac{q_{\text{موصل}}}{r}$$

* الجهد المطلق والجهد التأثيرى والجهد الكلى للموصل المشحون غير المعزول:

للموصل المشحون غير المعزول عما حوله من شحنات ثلاثة جهود الأول ناتج عن شحنته التي يحملها ويسمى **الجهد المطلق للموصل** , والثاني ناتج عن تأثير الشحنات المحيطة به سواءً كانت شحنات نقطية أو شحنات على موصلات مشحونة ويسمى **الجهد التأثيري للموصل** أما الثالث فهو المجموع الجبري للجهد المطلق للموصل والجهد التأثيري ويسمى **الجهد الكلي للموصل**.

1 - الجهد المطلق للموصل :

$$V_{\text{مطلق}} = k_c \frac{q_{\text{موصل}}}{R}$$

2 - الجهد التأثيرى للموصل:

$$V_{\text{تأثيري}} = k_c \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3} + \cdots \right)$$

3 - الجهد الكلى للموصل:

$$V_{\text{كلي}} = V_{\text{مطلق}} + V_{\text{تأثيري}}$$

$$V_{\text{كلي}} = k_c \left(\frac{q_{\text{موصل}}}{R} \right) + k_c \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3} + \cdots \right)$$

مثال 13 : موصل كروي مشحون ومعزول نصف قطره 10 cm و الجهد على سطحه -9000 v . أوجد :

1- شحنة الموصل .

2- الجهد عند نقطة تبعد 2 cm عن مركز الموصل.

3- الجهد عند نقطة تبعد 20 cm عن مركز الموصل.

الحل:

1 - $V = k_c \frac{Q}{R} \Rightarrow -9000 = 9\times10^9 \frac{Q}{(10\times10^{-2})} \Rightarrow Q = \frac{-9000\times(10\times10^{-2})}{9\times10^9} \Rightarrow Q = -1\times10^{-7}$ c

2 - بما أن نصف القطر 10 cm فإن النقطة (2 cm من المركز) تقع داخل الموصل ويكون الجهد عندها مساوياً جهد السطح -9000 v

3 - النقطة تقع خارج الموصل : $V = k_c \frac{Q}{r} \Rightarrow V = 9\times10^9 \frac{-1\times10^{-7}}{(20\times10^{-2})} \Rightarrow V = -4500$ v

مثال 14 : موصل كروي مشحون ومعزول نصف قطره R و الجهد على سطحه V . أوجد :

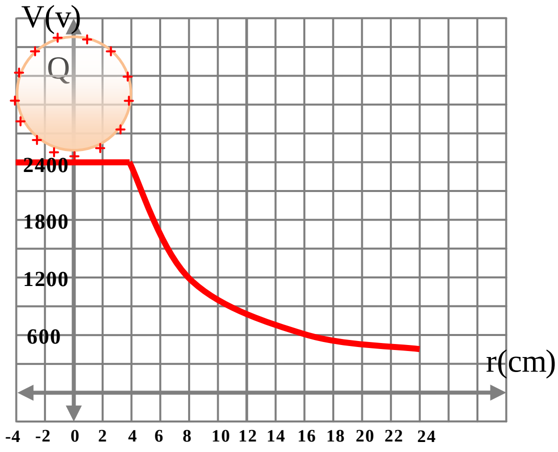
1- نصف قطر الموصل.

2- شحنة الموصل .

3- مقدار الجهد على سطح الموصل.

4- الجهد عند نقطة تبعد 3 cm عن مركز الموصل.

5- الجهد عند نقطة تبعد 8 cm عن سطح الموصل.



الحل:

1 - من الرسم R = 4 cm

2 - $V = k_c \frac{Q}{R} \Rightarrow 2400 = 9\times10^9 \frac{Q}{(4\times10^{-2})}$

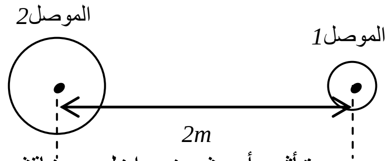
$Q = \frac{2400\times(4\times10^{-2})}{9\times10^9} \Rightarrow Q = 1.07\times10^{-8}$ c

3 - من الرسم المجال على سطح الموصل V= 2400 v

4 - من الرسم النقطة على بعد 3 cm من المركز تقع داخل الموصل مما يعني أن الجهد عندها يساوي جهد السطح V= 2400 v .

5 - من الرسم النقطة التي تبعد 8 cm عن سطح الموصل تكون على بعد 12 cm من المركز ويكون الجهد عندها 800 v .($\frac{1}{3} V_{\text{سطح}}$)

مثال15: فى الشكل المجاور إذا علمت أن نصف قطر الموصل الأول (5cm) وشحنته (-2nC) ونصف قطر الموصل الثانى (10cm) وشحنته (+5nC) فأجب عما يلى:



1) احسب فرق الجهد بين الموصلين.

2) إذا وصل الموصل الثانى بالأرض كم تصبح شحنته بعد التوصيل.

3) الموصل الكهربائى المغلق يحمى داخله من تأثير أى شحنة خارجه لكنه لا يحمى خارجه من تأثير أى شحنه داخله .. ناقش هذه العبارة.

الحل

(1 $V = K_c \frac{Q}{R} + K_c \frac{q}{r}$

$$V_1 = 9 \times 10^9 \left(\frac{-2 \times 10^{-9}}{0.05} + \frac{5 \times 10^{-9}}{2} \right) = -337.5V$$

$$V_2 = 9 \times 10^9 \left(\frac{5 \times 10^{-9}}{0.1} + \frac{-2 \times 10^{-9}}{2} \right) = 441V$$

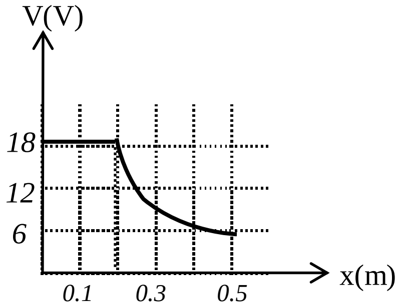
$$\Delta V = 441 - (-337.5) = 778.5V$$

2) أى موصل يوصل مع الأرض تتغير شحنته ويصبح جهده الكلي يساوى صفر

$$V_2 = 0 = 9 \times 10^0 \left(\frac{Q}{0.1} + \frac{-2 \times 10^{-9}}{2} \right) \Rightarrow Q = 1 \times 10^{-10}$$

3) لأن $E_{in} = 0$ لكن $E_{out} = K_c \frac{Q}{r^2} \neq 0$

مثال16: الشكل المجاور يمثل تغيرات الجهد الكهربائى الناتج عن شحنة موصل كروى مشحون بتغير البعد عن مركزه والمطلوب:



1 - 1) احسب شدة المجال والجهد عند مركز الوصول.

2 - 2) احسب شحنة الموصل.

3 - 3) أين ينعدم الجهد الكهربائى.

4 -4) استنتج العلاقة بين شدة المجال والجهد عند نقطة خارج الموصل.

5 - **الحل**

6 - $E_{in} = o$ (1

7 - $V_{in} = V_s = 18V$

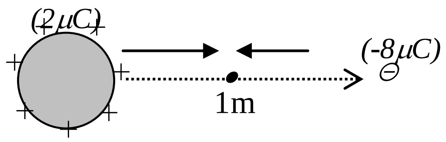
8 - (2 من الشكل $R = 0.2m$ $V_s = 18V$

$$V_s = K_c \frac{Q}{R} \Rightarrow Q = \frac{0.2 \times 18}{9 \times 10^9} = 4 \times 10^{-10}C$$

9 - 3) فى المالانهاية

10 (4 $E_{out} = K_c \frac{Q}{r^2} - K_c \frac{Q}{r} \left(\frac{1}{r} \right) \rightarrow E_{out} = \frac{V_{out}}{r}$

مثال17: فى الشكل موصل كروى نصف قطره (0.2m) يقع فى مجال شحنة نقطية والمطلوب:



1) احسب الجهد فى منتصف البعد بين الموصل والشحنة النقطية.

2) احسب الجهد عند مركز الموصل (جهد الموصل الكروى).

3) احسب شدة المجال الكهربائى عند مركز الموصل الكروى.

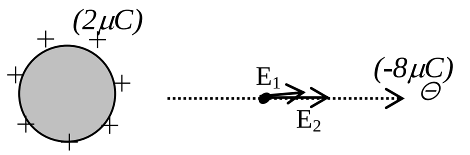
4) احسب شدة المجال فى منتصف البعد بين الموصل والشحنة النقطية.

الحل

(1 $V = 9 \times 10^9 \left(\frac{2 \times 10^{-6}}{0.5} + \frac{-8 \times 10^{-6}}{0.5} \right) = -108000V$

(2 $V = K_c \frac{Q}{R} + K_c \frac{q}{r} = 9 \times 10^9 \left(\frac{2 \times 10^{-6}}{0.2} + \frac{-8 \times 10^{-6}}{1} \right) = 18000V$

(3 $E_{in} = 0$



4) $E_{tout} = 9 \times 10^{9} \times \dfrac{2 \times 10^{-6}}{0.5^{2}} = 72000 N/C\ (+x)$

$E_2 = 9 \times 10^{9} \times \dfrac{8 \times 10^{-6}}{0.5^{2}} = 288000\ N/C\ (+x)$

$E_R = 72000 - 288000 = 360000 N/C \quad (+x)$

* موصلات في حالة اتزان كهروستاتيكي:

الموصل غير المشحون : يكون في حالة اتزان كهروستاتيكي لأن محصلة الحركة العشوائية لإلكتروناته الحرة صفراً.

الموصل المشحون:

1 - تستقر الشحنات علي سطحه الخارجي فقط.
2 - يكون الجهد متساوياً عند جميع نقاطه.
3 - يكون في حالةاتزان كهروستاتيكي(لأن الجهد متساوي عند جميع نقاطه مما يعني عدم انتقال الشحنات على سطحه,أي الشحنات متزنة)
4 - يكون المجال بالقرب من سطحه عمودياً على السطح (لأنه لو كان مائلاً لكانت له مركبة موازية للسطح تعمل على نقل الشحنات)
5 - تكون كثافة الشحنة السطحية عند الأطراف المدببة أكبر منها عند الجزء المسطح كما في الموصل المخروطي(يتيح الجزء المسطح تباعد أكبر بين الشحنات بسبب قوى التنافر بينها أكثر مما يتيحه الجزء المدبب)
6 - تكون شدة المجال أكبر عند الطرف المدبب(لأن شدة المجال تتناسب طردياً مع كثافة الشحنة)

مانعة الصواعق: " ساق معدنية طويلة مدببة توضع على أسطح البنايات العالية لحمايتها من الصواعق."

- الغيوم المشحونة تشحن سطح المبنى بالتأثير فتتجمع الشحنة عند الطرف المدبب لمانعة الصواعق .
- تعمل شدة المجال الكبيرة على تأيين الهواء عند طرف المانعة وتنتقل الشحنات في تفريغ كهربائي بين الغيم والمانعة ومنها للأرض.

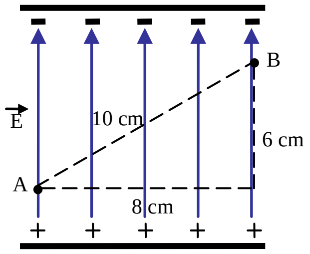
*البطاريات تبذل شغلا لتحريك الشحنات :

البطارية: جهاز لتخزين الطاقة يوفر فرق جهد ثابت بين موضعين داخل البطارية نسميهما قطبي البطارية.

- يبذل التفاعل الكيميائي داخل البطارية شغلا على الالكترونات عند تحريكها داخل البطارية من القطب الموجب للسالب فيزودها بطاقة.
- ملاحظة: 1 c من الشحنة يكتسب طاقة جهد داخل البطارية تساوي فرق جهد البطارية .
- عند انتقال الشحنة في جهاز كهربائي متصل مع البطارية تتخلى الشحنة عن طاقتها لصالح الجهاز وتعود طاقتها للصفر.

علل: يمكن للبطارية أن تحافظ على طاقتها الكهربائية لفترة طويلة بالرغم من عدم استعمالها.

ج: لأنه لا يحدث تفاعل كيميائي داخل البطارية إلا إذا انتقلت الالكترونات عبر مسار خارجي من القطب السالب إلى القطب الموجب للبطارية.



مثال 1 : في الشكل المجاور مجال كهربائي منتظم شدته 4×10^{4} N/c . مستعيناً بالشكل أوجد:

1- تغير الجهد بين A و B عند الانتقال من A إلى B .
2- تغير الجهد بين A و B عند الانتقال من B إلى A .
3- التغير في طاقة الوضع الكهربائية لبروتون عند انتقاله من A إلى B .
4- التغير في طاقة الوضع الكهربائية لبروتون عند انتقاله من B إلى A .

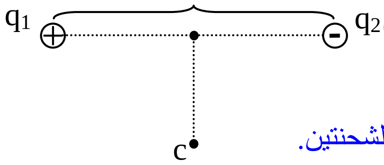
الحل :

-1 $\Delta V = -E\,d \;\Rightarrow\; \Delta V_{A\to B} = -4\times10^{4}\times0.06 = -2400\ v$

-2 $\Delta V = -E\,d \;\Rightarrow\; \Delta V_{B\to A} = -4\times10^{4}\times(-0.06) = +2400\ v$

-3 $\Delta P.E_{A\to B} = q\,\Delta V \;\Rightarrow\; \Delta P.E_{A\to B} = 1.6\times10^{-19}\times(-2400) = -3.84\times10^{-16}\ j$

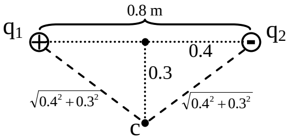
-4 $\Delta P.E_{B\to A} = q\,\Delta V \;\Rightarrow\; \Delta P.E_{B\to A} = 1.6\times10^{-19}\times(+2400) = +3.84\times10^{-16}\ j$



مثال 18 : في الشكل المجاور شحنتان نقطيتان q_1= 12 n.c. و q_2= -20 n.c. البعد بينهما 0.8 m

1- الجهد الكهربائي عند نقطة c التي تبعد مسافة 0.3 m عن منتصف الخط الواصل بين الشحنتين.
2- موضع النقطة بين الشحنتين التي ينعدم عندها الجهد وبعدها عن كلٍ من الشحنتين.
3- موضع النقطة على امتداد الخط الواصل بين الشحنتين التي ينعدم عندها الجهد وبعدها عن كلٍ من الشحنتين.

الحل :

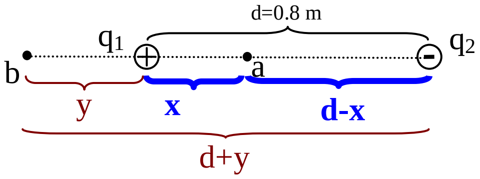


-1 $V = K_c\left(\dfrac{q_1}{r_1} + \dfrac{q_2}{r_2}\right) \;\Rightarrow\; V = 8.99\times10^{9}\left(\dfrac{20\times10^{-9}}{0.5} + \dfrac{-12\times10^{-9}}{0.5}\right) = +144\ v$

-2 نقطة a تقع بينهما أقرب إلى أقلهما مقداراً :

*عند نقطة انعدام الجهد يتساوى مقدار الجهد السالب مع الجهد الموجب:

$$\frac{|q_1|}{r_1} = \frac{|q_2|}{r_2} \;\Rightarrow\; \frac{12}{x} = \frac{20}{0.8-x} \;\Rightarrow\; 20x = 9.6 - 12x \;\Rightarrow\; x = 0.3m$$

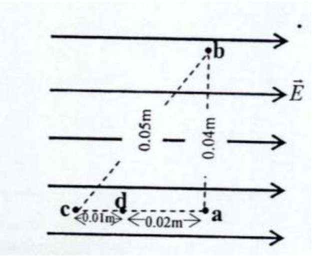


3- نقطة b تقع خارجهما ناحية أقلهما مقداراً :

*عند نقطة انعدام الجهد يتساوى مقدار الجهد السالب مع الجهد الموجب:

$$\frac{|q_1|}{r_1}=\frac{|q_2|}{r_2} \Rightarrow \frac{12}{y}=\frac{20}{0.8+y} \Rightarrow 20y=9.6+12y \Rightarrow y=1.2\text{ m}$$

مثال19: يبين الشكل المجاور نقاط (d,c,b,a) تقع فى مجال كهربائى منتظم.



1) أى النقاط المذكورة يكون الجهد عندها أعلى من الجهد عند بقية النقاط .... فسر إجابتك.

2) إذا كان V_c= 15V و V_b = 3V فأحسب كلا من V_a و V_b

الحل

1) C

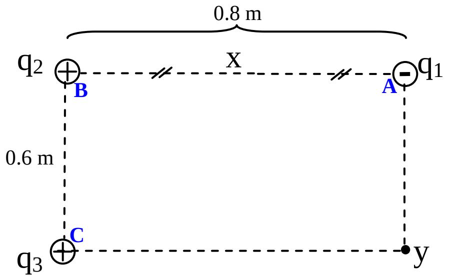
لأن المجال دائما يتجه من الجهد الأكبر إلى الجهد الأقل.

$V_a = V_b = 3V$

$$\frac{\Delta V_{ca}}{\Delta V_{cd}} = \frac{d_{ca}}{d_{cd}}$$

$$\frac{(3-15)}{(V_d-15)} = \frac{0.03}{0.01}$$

$V_d = 11V$



مثال 20 : في الشكل المجاور ثلاث شحنات نقطية q_1= -12 n.c. و q_2= 4.8 n.c. و q_3= 9.6 n.c. على رؤوس مثلث قائم CBA. أوجد :

1- الجهد الكهربائي عند نقطة A .

2- فرق الجهد بين النقطتين x و y .

3- التغير في طاقة وضع بروتون عند نقله من x إلى y.

4- التغير في طاقة وضع إلكترون عند نقله من x إلىِ y .

الحل:

-1
$$V_A=K_c(\frac{q_2}{r_2}+\frac{q_3}{r_3}) \Rightarrow V_A=8.99\times10^9(\frac{4.8\times10^{-9}}{0.8}+\frac{9.6\times10^{-9}}{\sqrt{0.6^2+0.8^2}})=140\ v$$

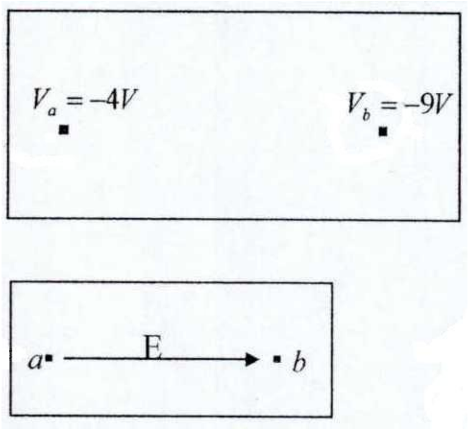
-2
$$V_x=K_c(\frac{q_1}{r_1}+\frac{q_2}{r_2}+\frac{q_3}{r_3}) \Rightarrow V_x=8.99\times10^9(\frac{-12\times10^{-9}}{0.4}+\frac{4.8\times10^{-9}}{0.4}+\frac{9.6\times10^{-9}}{\sqrt{0.6^2+0.4^2}})=-42\ v$$

$$V_y=K_c(\frac{q_1}{r_1}+\frac{q_2}{r_2}+\frac{q_3}{r_3}) \Rightarrow V_y=8.99\times10^9(\frac{-12\times10^{-9}}{0.6}+\frac{4.8\times10^{-9}}{1}+\frac{9.6\times10^{-9}}{0.8})=-28.8\ v$$

$$\Delta V=V_y-V_x \Rightarrow \Delta V=-28.8-(-42)=13.2\ v$$

-3
$$\Delta \underset{\text{كهربائية}}{P.E.}=q_p(V_f-V_i) \Rightarrow \Delta \underset{\text{كهربائية}}{P.E.}=1.6\times10^{-19}(-28.8-(-42))=+2.11\times10^{-18}\ j$$

-4
$$\Delta \underset{\text{كهربائية}}{P.E.}=q_e(V_f-V_i) \Rightarrow \Delta \underset{\text{كهربائية}}{P.E.}=-1.6\times10^{-19}(-28.8-(-42))=-2.11\times10^{-18}\ j$$



مثال21: بالاستعانة بالشكل المجاور أجب عما يلى:

1) حدد على الشكل اتجاه المجال الكهربائى المنتظم.

2) ما مقدار تغير طاقة الوضع للشحنة (q = 1.6 $\times10^{-12}$C) عندما تنتقل من النقطة (b) إلى النقطة (a) ؟

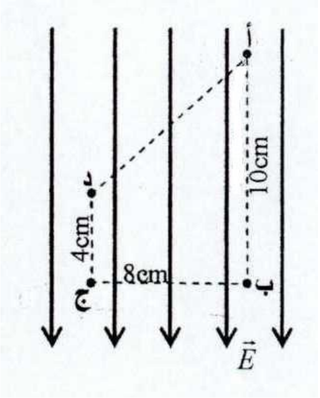
الحل

1) اتجاه المجال يكون من الجهد الأكبر إلى الجهد الأقل أى من (a) إلى (b)

2) $\Delta P.E = q\Delta V_{ba} = q(V_a - V_b) = 1.6 \times10^{-12} \times (-4 +9) = 8 \times10^{-12}J$

مثال22: فى الشكل المجاور إذا كان مقدار المجال الكهربائى (5N/C) أجب عما يلى:

1) أى النقاط يكون الجهد الكهربائى عندها أكبر من الجهد الكهربائى عند باقى النقاط؟
2) سم نقطتين الجهد عندهما متساوى .. فسر إجابتك.
3) احسب فرق الجهد الكهربائى بين النقطتين (أ ، د)؟
4) ما التغير فى طاقة الوضع الكهربائية لشحنة موجبة مقدارها ($2 \times 10^{-6}C$) عند تحريكها من ج إلى د؟

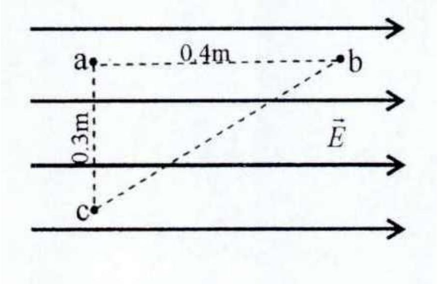


الحل

1) أ
2) ب ، ج لأنهما على خط واحد يعامد المجال الكهربائى (d = 0)
3) =-0.3
4) $\Delta P.E = - qEd = -2 \times 10^{-6} \times 5 \times - 0.04 = 4 \times 10^{-7}J$

مثال23: فى الشكل المجاور ($E = 10^5 N/C$) أجب عما يلى:

1) احسب شغل المجال على إلكترون عند تحركه من (b) إلى (a) وهل تزيد أم تقل طاقة الوضع الكهربائية للإلكترون ($q_e = -1.6 \times 10^{-19}C$)
2) إذا تحرك الإلكترون من (a) إلى (c) ما التغير الذى يطرأ على طاقة وضعه.

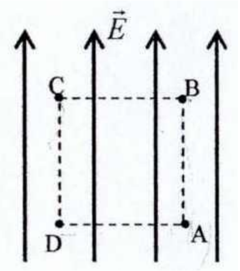


الحل

1) $W_e = -\Delta P.E = qEd = - 1.6 \times 10^{-19} \times 10^5 \times - 0.4 = 6.4 \times 10^{-15}J$
بما أن شغل المجال موجب فطاقة الوضع تقل.
2) تبقى ثابتة لأن فرق الجهد بين النقطتين صفر وتكون ($\Delta P.E = 0$)

مثال24: النقاط (D, C , B, A) تقع فى مجال كهربائى منتظم وتشكل معاً مربعاً كما فى الشكل المجاور:

1) أى من النقاط يساوى جهدها جهد النقطة (D)؟ فسر إجابتك.
2) أيهما أعلى جهداً: النقطة (A) أم النقطة (C) فسر إجابتك.
3) إذا نقل إلكترون على المسار (D ← C ← B ← A) فكم يكون التغير فى طاقة وضعها الكهربائية .. فسر إجابتك.

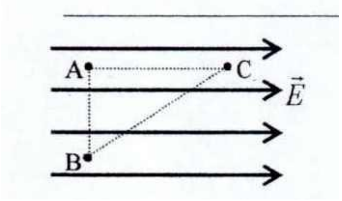


الحل

1) (A) لأنهما يقعان على خط يعامد المجال (d = 0)
2) (A) لأن المجال يتجه دائماً من الجهد الأكبر إلى الأقل.
3) صفر ، لأن الإزاحة صفر (d = 0)

مثال25: عند انتقال بروتون من النقطة (A) إلى النقطة (C) بذل المجال الكهربائى المنتظم شغلاً مقداره ($+4.8 \times 10^{-17}J$) إذا كان مقدار شدة المجال (2000N/C) :

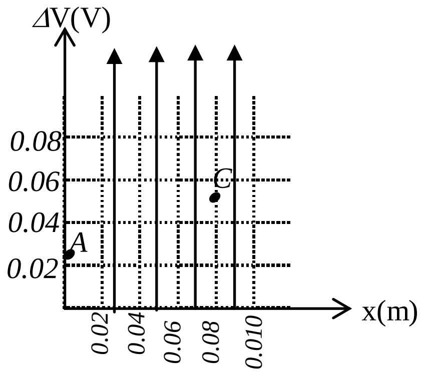
1) احسب التغير فى طاقة وضع البروتون.
2) إذا بدأ البروتون حركته من السكون فكم تبلغ طاقة حركته عند لحظة وصوله إلى النقطة (C)؟
3) ما الإزاحة بين النقطتين (A) و (C) ؟
4) إذا نقل البروتون من النقطة (A) إلى النقطة (B) فهل تتغير طاقة وضعه..فسر إجابتك.
5) إذا نقل إلكترون من النقطة (A) إلى النقطة (B) ثم إلى (C) فكم يكون التغير فى طاقة وضعه الكهربائية؟

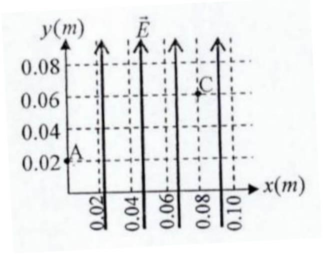


الحل

1) $\Delta P.E = - W_e = - 4.8 \times 10^{-17}J$
2) $K.E = W_e = 4.8 \times 10^{-17}J$
3) $\Delta P.E = - qEd$
$- 4.8 \times 10^{-17} = - 1.6 \times 10^{-19} \times 2000d \Rightarrow d = 0.15m$
4) لا ، لأن الإزاحة تساوى صفر (d = 0)
5) $\Delta P.E = 4.8 \times 10^{-17}J$ (التغير موجب لأن الإلكترون تحرك مع المجال فتزيد طاقة وضعه)

مثال26: يبين الشكل المجاور مجالاً كهربائيا منتظماً مقداره (250N/C):





1) إذا كانت نسبة جهد النقطة (C) إلى جهد النقطة (A) يساوى ($\frac{1}{3}$) فاحسب جهد كل من النقطتين (C,A)

2) إذا وضع فى النقطة (A) إلكترون فاحسب القوة الكهربائية المؤثرة عليه و حدد اتجاهها؟

الحل

$$\frac{V_C}{V_A} = \frac{1}{3} \rightarrow V_A = 3V_C \quad (1$$

$$\Delta V_{AC} = - Ed = -250 \times (0.06 - 0.02) = -10V$$

$$\Delta V_{AC} = V_C - V_A$$

$$- 10 = V_C - 3V_C$$

$$-10 = -2V_2 \rightarrow V_C = 5V$$

$$V_A = 3 \times 5 = 15V$$

$$F_e = qE = 1.6 \times 10^{-19} \times 250 = 4 \times 10^{-17}N \quad (-y) \ (2$$

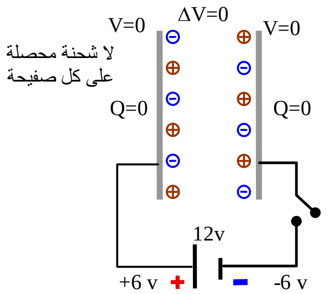
اتجاه (F_e) عكس اتجاه (E) لأن إلكترون سالب الشحنة.

ثانياً : السعة الكهربائية للمكثف :

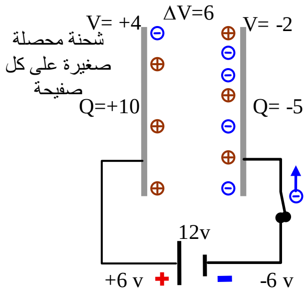
المكثف: جهاز يستخدم لتخزين طاقة الوضع الكهربائية واسترجاعها لحظياً عند الحاجة إليها .

- يتكون المكثف المستوي من صفيحتين معدنيتين متوازيتين تفصل بينهما مسافة صغيرة .
- شحنة المكثف هي مقدار شحنة كل صفيحة من صفيحتيه .
- يشحن المكثف بنقل شحنة من أحد اللوحين إلى الآخر بواسطة بطارية .
- يتم الشحن ويتوقف انتقال الشحنات عندما يتساوى فرق الجهد بين اللوحين مع فرق جهد قطبي البطارية .

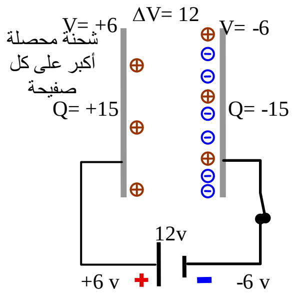
شحن المكثف:



أ) قبل الشحن



ب) أثناء الشحن



جـ) بعد الشحن

* **سعة الموصل** :" هي قدرة الموصل على تخزين الطاقة بشكل شحنات كهربائية منفصلة ". أو "نسبة شحنة الموصل إلى فرق جهده"

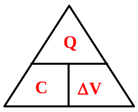
* وحدة قياس السعة هي : الكولوم لكل فولت وتسمى فاراد : $1F = \frac{1c}{1v}$ وتستخدم عملياً أجزاء الفاراد لقياس السعة .

$1\mu.F=10^{-6}$ F	ميكروفاراد
$1n.F=10^{-9}$ F	نانوفاراد
$1p.F=10^{-12}$ F	بيكوفاراد

(1) تحسب السعة من العلاقة:

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

C: السعة ، Q: الشحنة ، ΔV: فرق الجهد



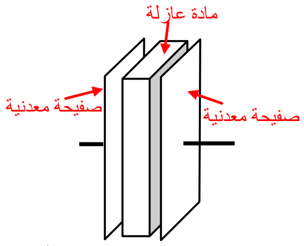
* سعة المكثف متوازي الصفائح (المستوى) :

(2) تحسب سعة المكثف متوازي الصفائح من العلاقة :

$$C = \frac{\varepsilon_\circ A}{d}$$

C: السعة ، $\varepsilon_\circ$: ثابت عازلية الفراغ ، A: المساحة المشتركة ، d: البعد بين اللوحين

رمزه ||



مكثف متوازي الصفائح

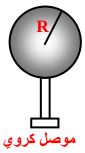
من (1) و (2) يمكن حساب الشحنة بدلالة فرق الجهد والمواصفات .

$$Q = \frac{\varepsilon_\circ A}{d} \Delta V$$

* سعة الموصل الكروى :

$$C_{كروي} = \frac{R}{K_c}$$

$$C_{كروي} = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{K_c \frac{Q}{R}} = \frac{R}{K_c}$$



- تتناسب سعة الموصل الكروي طردياً مع نصف قطره.

ملاحظة :الأرض موصل كروي كبير جدا سعته هائلة لذلك تستطيع الأرض أن تزود أو تستقبل كمية كبيرة من الشحنة دون تغير جهدها.

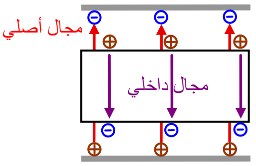
علل : تؤخذ الأرض نقطة مرجع لقياس فرق الجهد في الدوائر الكهربائية .

ج : لأن الأرض موصل نصف قطره كبير وسعتها هائلة لذلك لا يتأثر جهدها بأي كمية شحنة تفقدها أو تكتسبها ويمكن اعتبار جهدها صفرا .

هام

- بوجود البطارية بين لوحى المكثف يبقى فرق الجهد ثابت مهما أجرينا من تغيير.
- إذا كان المكثف مشحون ومفصول عن البطارية تبقى شحنته ثابتة مهما أجرينا من التغيير.

* المادة العازلة بين صفيحتي المكثف عامل تغيير لسعته :



* يشغل الحيز بين الصفيحتين في المكثف مادة عازلة كالهواء أو المطاط أو الزجاج أو الورق المشمع ....
* تصطف جزيئات العازل في اتجاه المجال – يشحن سطح العازل المواجه للوح الموجب بشحنة سالبة والمواجه للوح السالب بشحنة موجبة .
* ينشأ مجال معاكس فتنخفض شدة المجال الكلي و يقل فرق الجهد بين اللوحين فتزداد السعة .
* لكي يعود فرق الجهد إلى قيمته الأصلية يمكن للمكثف أن يستمد المزيد من الشحنات ويخزنها بين لوحيه (أي تزداد سعته).

فوائد المادة العازلة:

1) زيادة سعة المكثف.
2) زيادة الطاقة المختزنة.
3) جعل المكثف يعمل على فرق جهد أكبر دون حدوث تفريغ كهربائى

(عند وضع أى عازل آخر غير الهواء مثل المطاط أو الورق أو الشمع فإن السعة تزيد)

بعض استخدامات المكثف:

1) التخلص من الشرر فى نظام الاحتراق الداخلى للسيارة.
2) تحديد ترددات الموجات المستقبلة فى الراديو والتلفاز والهاتف النقال.
3) وحدة الوميض الإلكترونى فى آلة التصوير (Flash).
4) لوحة مفاتيح الحاسوب.

- اذكر طرق زيادة سعة مكثف متوازى اللوحين.

أ) زيادة المساحة المشتركة بين اللوحين.

ب) تقليل المسافة بين اللوحين.

ج) وضع مادة عازلة بين اللوحين.

*** تفريغ المكثف :** هي عكس عملية الشحن حيث تعود الشحنات أدراجها من صفيحة لأخرى و تتعادل الصفيحتان لتشكلان أدنى مستوى لطاقة الجهد .

علل : 1- يستخدم المكثف ليشغل نورا خاطفا في آلة التصوير الفوتوغرافي ؟

ج: لأن الشحنة المختزنة في المكثف يمكن دفعها إلى أنبوب الإنارة بسرعة عالية مما يوفر إضاءة خاطفة في اللحظة المناسبة .

2- يستخدم مكثف تحت كل مفتاح من لوحة المفاتيح في الحاسوب ؟

ج: لأنه عن طريق التحكم في مساحة الصفائح وتغيير المسافة الفاصلة بينهما نتحكم في السعة وبالتالي في شدة المجال فتتعرف دوائر الحاسوب على المفتاح الذي تم ضغطه .

مثال27: مكثف متوازى الصفائح مصنوع من صفيحتين دائريتين نصف قطر كل منها (0.04n) تفصل بينهما مسافة (4×10^{-3}m) وصل لوحى المكثف مع بطارية فرق جهدها (10V):

1) احسب المجال الكهربائى بين اللوحين.
2) احسب شحنة المكثف.

الحلـــ

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{10}{4 \times 10^{-3}} = 2500 N/C \quad (1$$

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times 0.04^2 = 5 \times 10^{-3} m^2 \quad (2$$

$$C = \frac{\varepsilon E_0 A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 5 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-3}} = 1.1 \times 10^{-11} F$$

$$Q = C\Delta V = 1.1 \times 10^{-11} \times 10 = 1.1 \times 10^{-10} C$$

مثال28: يتوفر لدى متعلم من الصف الثانى عشر صفيحة معدنية رقيقة مساحتها الكلية (0.0096m2) إذا أراد المتعلم أن يصنع مكثف متوازى الصفائح يشغل الهواء الحيز بين صفيحتيه باستخدام الصفيحة المتوفرة لديه وكانت أقل مسافة ممكنة بين صفيحتى المكثف (0.01m) فأجب عما يلى:

1) ما أكبر سعة كهربائية للمكثف يمكن أن يحصل عليها المتعلم؟

2) بماذا ننصح المتعلم أن يفعل لكى يزيد من سعة المكثف مستخدماً الصفيحة نفسها.

الحلـــ

1) أكبر سعة ممكنة عند أكبر مساحة مشتركة بين الصفيحتين وهذا يتحقق عندما تكون مساحة كل صفيحة نصف مساحة اللوح.

$$A = \frac{0.0096}{2} = 0.0048 m2$$

$$C = \frac{\varepsilon 0\ A}{d} = \frac{8.85 \times 10\text{-}12 \times 0.0048}{0.01} = 4.2 \times 10\text{-}12F$$

2) بوضع مادة عازلة بين الصفيحتين.

مثال29: مكثف متوازى الصفائح مصنوع من صفيحتين دائريتين نصف قطر كل منها (0.04n) تفصل بينهما مسافة (4×10-3m) وصل لوحى المكثف مع بطارية فرق جهدها (10V):

1) احسب المجال الكهربائى بين اللوحين.

2) احسب شحنة المكثف.

الحلـــ

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{10}{4 \times 10\text{-}3} = 2500 N/C \quad (1$$

$$A = \pi\ r2 = 3.14 \times 0.042 = 5 \times 10\text{-}3m2 \quad (2$$

$$C = \frac{\varepsilon E0A}{d} = \frac{8.85 \times 10\text{-}12 \times 5 \times 10\text{-}3}{4 \times 10\text{-}3} = 1.1 \times 10\text{-}11F$$

$$Q = C\Delta V = 1.1 \times 10\text{-}11 \times 10 = 1.1 \times 10\text{-}10C$$

مثال30: تبلغ المسافة الفاصلة بين صفيحتى مكثف دائرى متوازى الصفائح (3 ×10-3m) يحدث المكثف بعد شحنه مجالاً كهربائياً منتظما مقداره (3 ×106N/C) ما نصف قطر الصفيحة المطلوبة لتخزين شحنة (1µC) ؟

الحلـــ

$$\Delta V = Ed = 3 \times 106 \times 3 \times 10\text{-}3 = 9000V$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{1 \times 10\text{-}6}{9000} = 1.11 \times 10\text{-}10F$$

$$C = \frac{\varepsilon 0A}{d} \rightarrow A = \frac{Cd}{\varepsilon 0} = \frac{1.11 \times 10\text{-}10 \times 3 \times 10\text{-}3}{8.85 \times 10\text{-}12} = 0.038m2$$

$$A = \pi\ r2 \rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{(\frac{0.038}{3.14})} = 0.11m$$

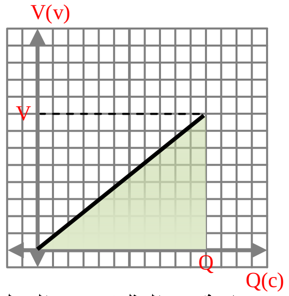
* الطاقة و المكثفات:

- يخزن المكثف طاقة الجهد الكهربائيه الناتجة عن الشغل المبذول في شحن المكثف.
- يعبر عن طاقة الجهد المختزنة في المكثف بالعلاقة:

$\Delta P.E._{\text{كهربائية}} = U = \frac{1}{2} Q\,\Delta V$

$\Delta P.E._{\text{كهربائية}} = U = \frac{1}{2} C\,\Delta V^2$ — تتناسب الطاقة المختزنة طردياً مع السعة عند ثبات الجهد (مكثف متصل ببطارية)

$\Delta P.E._{\text{كهربائية}} = U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$ — تتناسب الطاقة المختزنة عكسياً مع السعة عند ثبات الشحنة (مكثف مشحون ومعزول)



مساحة المثلث = الشغل

$W = \frac{1}{2} \times Q \times V$

علل: يوجد حد أقصى للطاقة (للشحنة) التي يمكن تخزينها في مكثف.

ج : لان المكثف إذا وصل عند جهد معين (أقصى فرق جهد) تتأين المادة العازلة ويفرغ المكثف شحنته خلال المادة العازلة لذلك يرمز كل مكثف بفرق الجهد الأقصى الذي يعمل به و يكون له تبعاً لذلك حد أقصى للطاقة.

مثال 1 : مكثف متوازي الصفائح مساحة كل من لوحيه $40\ cm^2$ و المسافة بينهما $0.05\ mm$ مشحون و معزول و يبلغ فرق الجهد بين لوحيه $50V$. أوجد :

1- شحنة كل من لوحي المكثف.
2- فرق الجهد بين لوحي اذا انقصت المساحة المشتركة الي $20\ cm^2$ مع بقاء المكثف معزولاً .
3- ماذا يحدث في كل من السعة و الشحنة و فرق الجهد بين اللوحين اذا أدخلت شريحة من الميكا العازلة بين اللوحين مع بقائه معزولاً .

الحل:

-1 $C = \frac{\varepsilon_\circ A}{d} \Rightarrow C = \frac{8.85\times10^{-12}\times 40\times10^{-4}}{0.05\times10^{-3}} = 7.08\times10^{-10}\ F$

$\Delta Q = C\,\Delta V \Rightarrow \Delta Q = 7.08\times10^{-10}\times 50 = 3.54\times10^{-8}\ c$

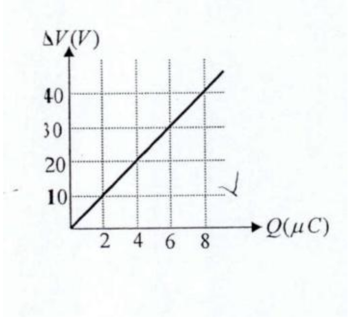
-2 أذا انقصت المساحة المشتركة بين لوحي المكثف إلى النصف (من 40 إلى 20) فإن السعة تنقص إلى النصف ($C\ \alpha\ A$)

وعند ثبات الشحنة فإن فرق الجهد يزداد للمثلين أي يصبح $100\ v$ ($\Delta V \alpha \frac{1}{C}$ عند ثبات الشحنة)

-3 عند إدخال الميكا العازلة تزيد السعة (لأن المادة العازلة تزيد السعة) وتبقى الشحنة ثابتة (لأن المكثف معزول) ويقل فرق الجهد (لأن فرق الجهد يتناسب عكسياً مع السعة عند ثبات الشحنة).

س31: معتمداً على الرسم البيانى فى الشكل المجاور والذى يمثل تغيرات فرق الجهد بين صفيحتى مكثف مستو بدلالة تغير مقدار الشحنة على كل من صفيحتيه:

1) ما سعة المكثف.
2) ما التغير فى طاقة الوضع الكهربائية المختزنة فى المكثف عندما يتغير الجهد بين صفيحتيه من (3V) إلى (4.5V).



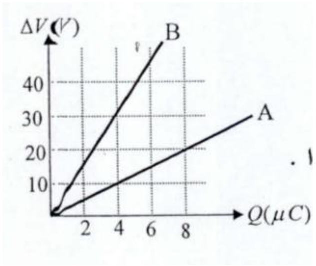
الحل

(1 $C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{2\times10^{-6}}{10} = 2\times10^{-7}F$

(2 $\Delta P.E = \frac{1}{2} C(\Delta V_f^2 - \Delta V_i^2) = \frac{1}{2}\times 2\times10^{-7}(4.5^2 - 3^2) = 1.125\times10^{-6} J$

مثال32: مثلث العلاقة البيانية بين شحنة مكثف وفرق الجهد بين طرفيه لمكثفين هوائيين (A) و (B) كما فى الشكل:

1) أى المكثفين سعته أكبر ولماذا؟
2) احسب نسبة سعة المكثف (B) إلى سعة (A) المكثف؟
3) أى المكثف يختزن طاقة أكبر عندما يطبق عليها نفس فرق الجهد؟ ولماذا؟



4) إذا وضعت مادة عازلة (بلاستيك) بين لوحى المكثف (A) ماذا يحدث لميل الخط البيانى ولماذا؟

الحل

1) A ، لأن ميله أقل فتكون سعته أكبر ($\frac{1}{C}$ = الميل)

2) من الشكل $C_A = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{4}{10} = 0.4\mu F$ $\qquad$ $C_B = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{4}{30} = 0.133\mu F$

$$\frac{C_B}{C_A} = \frac{0.133}{0.4} = \frac{1}{3}$$

3) A ، لأن سعته أكبر ($P.E = \frac{1}{2}C\Delta V^2$)

4) عند وضع العازل تزيد السعة فيقل الميل.

مثال33: مكثف موصول مع مصدر فرق جهد معين ماذا يحدث لكل مما يلى عند مضاعفة فرق جهد المصدر:

1) السعة $\qquad$ 2) الشحنة $\qquad$ 3) المجال $\qquad$ 4) الطاقة المختزنة.

الحل

1) بما أن مساحة اللوحين والبعد بينهما لم يتغيرا فإن سعة المكثف تبقى ثابتة.

2) تتضاعف لأن $Q \propto \Delta V$ حسب العلاقة $Q = C\Delta V$

3) يتضاعف $E = \frac{\Delta V}{d}$

4) تتضاعف أربعة مرات.. لأن C ثابتة و ΔV تضاعفت $P.E = \frac{1}{2}C\Delta V^2$

مثال 34 : مكثف متوازي الصفائح سعته 0.33 n.f. و المسافة بين لوحيه 1.55 mm يوصل الى بطارية 12V أجب عما يلي :

1- ما المساحة المشتركة بين لوحي المكثف.

2- احسب مقدار شحنة المكثف.

3- اوجد الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف.

4- ماذا يحدث في كل من السعة و الشحنة و فرق الجهد والطاقة المختزنة اذا فصل المكثف عن البطارية.

5- ماذا يحدث في كل من السعة و الشحنة و فرق الجهد و الطاقة المختزنة اذا أدخلت شريحة من العازل بين اللوحين مع بقائه متصلا بالبطارية.

6- ماذا يحدث في كل من السعة و الشحنة و فرق الجهد و الطاقة المختزنة اذا فصل المكثف عن البطارية ثم ادخلت مادة عازلة.

الحل :

-1 $C = \frac{\varepsilon_\circ A}{d} \Rightarrow 0.33\times10^{-9} = \frac{8.85\times10^{-12}\times A}{1.55\times10^{-3}} \Rightarrow A = 0.058\,m^2$

-2 $\Delta Q = C\,\Delta V \Rightarrow \Delta Q = 0.33\times10^{-9}\times12 = 3.96\times10^{-9}\ c$

-3 $P.E_{كهربائية} = \frac{1}{2}C\,\Delta V^2 \Rightarrow P.E_{كهربائية} = \frac{1}{2}\times0.33\times10^{-9}\times12^2 = 2.4\times10^{-8}\ j$

-4 عند فصل المكثف عن البطارية : أ) السعة لا تتغير لأنها تعتمد على مواصفات المكثف.

ب) الشحنة تبقى ثابتة حيث يحتفظ المكثف بشحنته ويسمى مكثف مشحون ومعزول.

ج) فرق الجهد يبقى كما هو مساوياً لفرق الجهد السابق بين قطبي البطارية.

د) الطاقة تبقى كما كانت قبل فصله عن البطارية لأنه احتفظ بالشحنة نفسها عند الجهد نفسه.

-5 يبقى فرق الجهد ثابتاً لأن المكثف بقي متصلاً بالبطارية وعند إدخال العازل تزداد السعة فيسحب المكثف المزيد من الشحنات من البطارية وتزداد الشحنة ($Q\alpha\ C$ عند ثبات ΔV) وكذلك تزداد الطاقة المختزنة ($P.E.\ \alpha\ C$ عند ثبات ΔV).

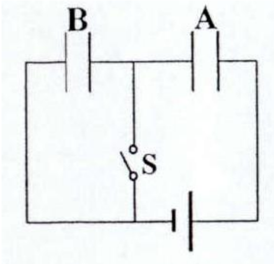
-6 تبقى الشحنة ثابتة عند فصل المكثف عن البطارية وتزيد السعة بإدخال العازل فيقل الجهد ($\Delta V\ \alpha\ (1/C)$ عند ثبات Q) وتقل الطاقة المختزنة ($P.E.\ \alpha\ (1/C)$ عند ثبات Q)

مثال35:مكثفان كهربائيان متماثلان (A) و (B) تم شحن المكثف (A) بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (6V) بينما شحن المكثف (B) بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (3V) احسب نسبة طاقة الوضع الكهربائية المختزنة فى المكثف (A) إلى طاقة الوضع الكهربائية المختزنة فى المكثف (B)؟

الحل

$$\frac{P.E_A}{P.E_B} = \frac{\frac{1}{2}C\Delta V_A^{\,2}}{\frac{1}{2}C\Delta V_B^{\,2}} = \frac{\Delta V_A^{\,2}}{\Delta V_B^{\,2}} = \frac{6^2}{3^2} = 4$$

س36: المكثفان الكهربائيان فى الدائرة الكهربائية المجاورة متماثلان ماذا يطرأ على الطاقة الكهربائية المختزنة فى كل من المكثفين بعد إغلاق المفتاح (S) ؟ فسر إجابتك.



الحل

تتفرغ شحنة المكثف (B) وتنعدم الطاقة المختزنة فيه.

يزيد فرق الجهد بين طرفى المكثف (A) فتزيد شحنته وتزيد الطاقة المختزنة فيه.

مثال 37 : موصل كروي نصف قطره 4.5cm يحمل شحنة كهربائية مقدارها 80 n.c. اوجد :

1- سعة الموصل وجهده.

2- الطاقة الكهربائية التي يختزنها الموصل.

الحل :

-1

$$C = \frac{R}{K_c} \Rightarrow C = \frac{4.5\times10^{-2}}{8.99\times10^{9}} = 5\times10^{-12}\ F$$

$$\Delta V = \frac{\Delta Q}{C} \Rightarrow \Delta V = \frac{80\times10^{-9}}{5\times10^{-12}} = 16000\ v$$

-2

$$\underset{\text{كهربائية}}{P.E} = \tfrac{1}{2} C\,\Delta V^2 \Rightarrow \underset{\text{كهربائية}}{P.E} = \tfrac{1}{2}\times5\times10^{-12}\times16000^2 = 6.4\times10^{-4}\ j$$

مثال38: مكثف ذو صفيحتين متوازيتين بينهما فراغ والمسافة بينهما (0.003m) إذا كانت سعة المكثف (2000pF) وكان المكثف متصلاً ببطارية جهدها (30V) .

1) احسب مقدار الشحنة على كل من صفيحتى المكثف.
2) احسب المساحة المشتركة بين صفيحتى المكثف.
3) احسب مقدار المجال الكهربائى بين صفيحتى المكثف.
4) احسب مقدار الطاقة الكهربائية المختزنة فى المكثف.
5) إذا أردت أن ترفع فرق الجهد بين لوحى المكثف من (30V) إلى (40V) فما الشغل اللازم لذلك.
6) إذا ملأ الفراغ بين الصفيحتين بمادة عازلة فما التغير الذى يطرأ على كل من سعة المكثف وشحنته ..فسر ذلك.

الحل

(1 $Q = C\Delta V = 2\times10^{-9}\times30 = 6\times10^{-8}C$

(2 $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \rightarrow A = \frac{Cd}{\varepsilon_0} = \frac{2\times10^{-9}\times0.003}{8.85\times10^{-12}} = 0.68m^2$

(3 $\Delta V = Ed \rightarrow E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{30}{0.003} = 1\times10^{4}N/C$

(4 $P.E = \frac{1}{2}Q\Delta V = \frac{1}{2}\times6\times10^{-8}\times30 = 9\times10^{-7}J$

(5 $W = \Delta P.E = \frac{1}{2}C(\Delta V_2^{\,2} - \Delta V_1^{\,2}) = \frac{1}{2}\times2\times10^{-9}(40^2 = 30^2) = 7\times10^{-7}J$

6) تشحن المادة العازلة بالاستقطاب فيتولد داخلها مجال يعاكس المجال الأصلى فتقل محصلة شدة المجال فيقل فرق الجهد ($\Delta V = Ed$) فتزيد السعة ($C = \frac{Q}{\Delta V}$) فتزيد الشحنة لثبات فرق الجهد بوجود البطارية ($Q = C\Delta V$) .

مثال39: مكثف متوازى الصفائح البعد بين لوحيه (0.001m) شحن من بطارية فأصبحت شحنته ($4 \times 10^{-10}C$) والمجال الكهربائى بين لوحيه ($4 \times 10^{4}N/C$)

1) احسب الطاقة المختزنة فيه.
2) احسب المساحة المشتركة بين لوحيه.
3) إذا فصل المكثف عن البطارية ثم وضع بين لوحيه مادة عازلة ماذا يحدث لكل مما يلى:

أ) السعة ب) الشحنة ج) فرق الجهد بين طرفيه د) المجال الكهربائى و) الطاقة المختزنة.

الحــل

1) $\Delta V = Ed = 4 \times 10^{4} \times 0.001 = 40\ V$

$$P.E. = \frac{1}{2} Q\Delta V = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-10} \times 40 = 8 \times 10^{-9} J$$

2) $C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{4 \times 10^{-10}}{40} = 1 \times 10^{-11} F$

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \rightarrow A = \frac{Cd}{\varepsilon_0} = \frac{1 \times 10^{-11} \times 0.001}{8.85 \times 10^{-12}} = 1.13 \times 10^{-3} m^2$$

3) أ) تزيد ب) ثابتة (لا يوجد بطارية) ج) يقل $(C = \frac{Q}{\Delta V})$ د) يقل $(\Delta V = Ed)$ و) يقل $(P.E = \frac{1}{2} = Q\Delta V)$

مثال 40 : موصل كروي جهده 1200 V يحمل شحنة مقدار ها 500 n.c. اوجد :

1- نصف قطر الموصل.
2- جهده الموصل اذا فقد 100 n.c. من شحنته عند توصيله بموصل آخر.
3- التغير في الطاقة المختزنة بسبب فقدانه لتلك الشحنة.

الحل :

-1

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta V} \Rightarrow C = \frac{500 \times 10^{-9}}{1200} = 4.17 \times 0^{-10}\ F$$

$$C = \frac{R}{K_c} \Rightarrow R = 4.17 \times 10^{-10} \times 8.85 \times 10^{9} = 3.7\ m$$

-2

$$\Delta V = \frac{\Delta Q}{C} \Rightarrow \Delta V = \frac{400 \times 10^{-9}}{4.17 \times 10^{-10}} = 960\ v$$

-3

$$\Delta P.E_{كهربائية} = \tfrac{1}{2} \frac{\Delta Q^2}{C} \Rightarrow P.E_{كهربائية} = \tfrac{1}{2} \times \frac{(100 \times 10^{-9})^2}{4.17 \times 10^{-10}} = 1.2 \times 10^{-5}\ j$$

اختر أنسب تكملة لكل مما يلي :

1. أي مما يلي ليست خاصية لطاقة الوضع الكهربائية؟

☐ إنها شكل لطاقة ميكانيكية ☐ ناتجة عن تفاعل بين شحنتين ☐ ناتجة عن شحنة مفردة ☐ مرتبطة بشحنة في مجال كهربائي

2. شحنتان نقطيتان موجبتان تفصل بينهما مسافة **2cm**. عند زيادة المسافة الفاصلة إلى **6cm** بأي عامل تضرب طاقة الوضع الكهربائية الابتدائية لأي من الشحنتين عند الشحنة الأخرى للحصول على طاقة الوضع الكهربائية النهائية؟

☐ $\frac{1}{9}$ ☐ $\frac{1}{3}$ ☐ **3** ☐ **9**

3. يتوقف انتقال الشحنة بين صفيحتي المكثف عندما:

☐ لا يوجد شحنة محصلة على الصفيحتين ☐ تتراكم كميات غير متساوية من الشحنة على الصفيحتين

☐ يتساوى فرق الجهد بين الصفيحتين مع فرق الجهد المطبق ☐ تتساوى الشحنة على كلتا الصفيحتين.

4. عندما يفرغ المكثف الشحنة

☐ يجب أن يكون موصولاً ببطارية ☐ تتحرك الشحنات عبر الدائرة من صفيحة إلى صفيحة إلى أن تفرغ الصفيحتان من الشحنة

□ لا يمكن توصيله بمادة موصلة □ تتحرك الشحنات من صفيحة ألى الأخرى حتى تتراكم كميتان متساويتان ومتعاكستان من الشحنة على الصفيحتين

5. مكثف متوازي الصفائح سعته C فاراد. عند مضاعفة المساحة المشتركة بين الصفيحتين مع خفض المسافة بينهما إلى المنتصف، تصبح السعة:

□ $\frac{C}{4}$ □ $\frac{C}{2}$ □ 2C □ 4C

6. مكثف سعته **1.5 µ F** موصول ببطارية **9.0 V** . موظفاً العلاقة $P.E = \frac{1}{2}C(\Delta V)^2$ ما كمية الطاقة المختزنة في المكثف؟

□ **1.1×10^{11} J** □ **6.1×10^{-5} J** □ **6.1×10^{-2} J** □ **60.8 J**

7. ماذا يحصل لطاقة الوضع الكهربائية المرتبطة بشحنة موجبة تتحرك في اتجاه المجال الكهربائي؟

□ تزداد □ تبقى نفسها □ تنقص □ تزداد بسرعة ثم تنخفض

8. لدى مقارنة الشحنة المحصلة لمكثف مشحون مع الشحنة المحصلة للمكثف نفسه عندما لا يكون مشحوناً، تصبح الشحنة المحصلة

□ أكبر في المكثف المشحون □ أقل في المكثف المشحون

□ متساوية في كلا المكثفين □ أكبر في المكثف المشحون أو أقل ،لكن الشحنتين لا تتساويان

9. يتألف المكثف من صفيحتين معدنيتين، يخزن على إحداهما ____________ وتخزن على الأخرى __________

□ شحنة سالبة ، شحنة موجبة □ طاقة وضع،طاقة حركة □ فرق جهد، مقاومة داخلية □ شحنة باقية، شحنة مستحثة

10. ما التأثير الحاصل على المكثف عند زيادة المسافة الفاصلة بين صفيحتين؟

□ تزداد الشحنة □ تزداد السعة □ تنقص الشحنة □ تنقص السعة

11. ما التأثير الحاصل على المكثف عند زيادة فرق الجهد بين صفيحتيه؟

□ تزداد الشحنة على كل صفيحة □ تزداد السعة □ تنقص الشحنة على كل صفيحة □ تنقص السعة

12. مكثف سعته **0.25 µF** موصول ببطارية **9.0 V**، ما شحنة المكثف؟

□ **2.8×10^{-2}C** □ **2.2×10^{-6}C** □ **2.5×10^{-6}C** □ **1.2×10^{-12}C**

13. مكثف سعته **0.50µF** موصول ببطارية **12 V** استخدم $P.E = \frac{1}{2}C(\Delta V)^2$ لحساب طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في المكثف.

□ **3.6×10^{-5} J** □ **6.0×10^{-6} J** □ **1.0×10^{-5} J** □ **3.0×10^{-6} J**

14. عندما تتحرك شحنة مقدارها **+3c** في مجال كهربائي منتظم من نقطة **A** إلى نقطة **B** فإن طاقة وضعها تنخفض بمقدار **27J** .ولذلك نستنتج أن النقطة **B**:

□ أقل جهد من نقطة **A** بمقدار**9v** □ أقل جهد من نقطة **A** بمقدار **81v**

□ أعلى جهد من نقطة **A** بمقدار**9v** □ أعلى جهد من نقطة **A** بمقدار **81v**

15. أحد العوامل التالية لا تعتمد عليها سعة مكثف متوازي الصفائح

□ كمية الشحنة التي يحملها المكثف □ المسافة الفاصلة بين الصفيحتين

□ الوسط العازل بين الصفيحتين □ المساحة المشتركة بين الصفيحتين

16. عند زيادة المسافة بين لوحي مكثف متوازي الصفائح متصل ببطارية :

□ تزداد سعة المكثف □ تقل سعة المكثف □ يزداد فرق جهد المكثف □ يقل فرق جهد المكثف

17. السعة الكهربائية لموصل كروي نصف قطره (**0.18 m**) موضوع في الهواء تساوي(بوحدة الفاراد):

□ **2×10^{-11}** □ **5×10^{10}** □ **1×10^{-11}** □ **4×10^{-11}**

18. إذا تم وصل القطب السالب لبطارية ($9\ v$) بالأرض فإن جهد القطب الموجب للبطارية يساوي:

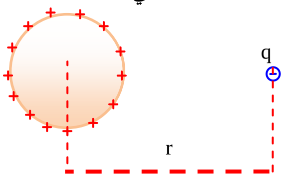
□ $+9\ v$ □ $-9\ v$ □ $+0\ v$ □ $+4.5\ v$

19. عند نقل بروتون في مجال كهربائي منتظم بين نقطتين المسافة بينهما($2\times10^{-2}\ m$) ازدادت طاقة وضعه الكهربائية بمقدار($2.4\times10^{-19}\ j$) . ما مقدار شدة المجال الكهربائي؟

□ 1.3×10^{-2} N/c   □ 0.030 N/c   □ 33 N/c   □ 75 N/c

20. متى تزداد سعة الموصل الكروي؟

□ بزيادة نصف قطره   □ بنقصان نصف قطره   □ بزيادة كمية الشحنة التي يحملها   □ بنقصان كمية الشحنة التي يحملها



21. تؤثر شحنة نقطية سالبة (q) على موصل كروي مشحون بشحنة موجبة نتيجة وقوعها بالقرب منه، كما هو مبين في الشكل المجاور. إذا نقلت الشحنة النقطية إلى مالانهاية فإن الجهد الكهربائي عند مركز الموصل:

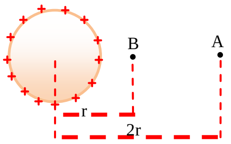
□ يصبح صفراً   □ لا يتغير   □ يزداد   □ يقل

22. في مجال كهربائي منتظم تم اختيار نقطتين تقعان على أحد خطوط المجال البعد بينهما($3.2\ cm$)، ثم قيس فرق الجهد بينهما بواسطة فولتميتر فكان($4.8\ v$). ما شدة المجال الكهربائي الذي تتواجد فيه هاتان النقطتان؟

□ 0.15 v/m   □ 150 v/m   □ 6.7×10^{-3} v/m   □ 1.5 v/m

23. إذا زاد البعد بين صفيحتي مكثف مستوي إلى مثليه وأنقصت المساحة المشتركة بينهما إلى النصف فإن سعة المكثف:

□ تزداد إلى مثليها   □ تنخفض إلى النصف   □ تنخفض إلى الربع   □ تزداد إلى أربعة أمثال



24. في الشكل المجاور النقطة A تبعد مثلي بعد النقطة B عن مركز الموصل الكروي المشحون بشحنة موجبة.

إذا نقل إلكترون من النقطة B إلى النقطة A فإن:

□ $V_A=2V_B$, $PE_A=2PE_B$ □ $V_A=2V_B$, $PE_A=2PE_B$ □ □ تزداد إلى أربعة أمثال

25. مالجهد الكهربائي عند نقطة تبعد($0.06\ m$) من شحنة نقطية إذا كانت شدة المجال عندها ($350\ N/C$) ؟

□ 7.4×10^{3} v   □ 5.8×10^{3} v   □ 21 v   □ 1.3 v

26. الجهد الكهربائي لموصل كروي مشحون ومعزول:

□ يتناقص كلما زاد البعد عن المركز.   □ يزداد كلما زاد البعد عن المركز.

□ يتناقص كلما زاد البعد عن المركز بدءاً من السطح.   □ يزداد كلما زاد البعد عن المركز بدءاً من السطح.

27) إذا تضاعفت مساحة الصفيحتين بينما انخفضت المسافة بين الصفيحتين إلى النصف فإن السعة تصبح

□ مثلى ما كانت عليه.   □ أربعة أمثال ما كانت عليه.

□ نصف ما كانت عليه.   □ ربع ما كانت عليه.

28) إذا تضاعفت مساحة الصفيحتين وتضاعفت المسافة بين الصفيحتين فإن السعة:

□ تصبح مثلى ما كانت عليه.   □ تصبح أربعة أمثال ما كانت عليه.

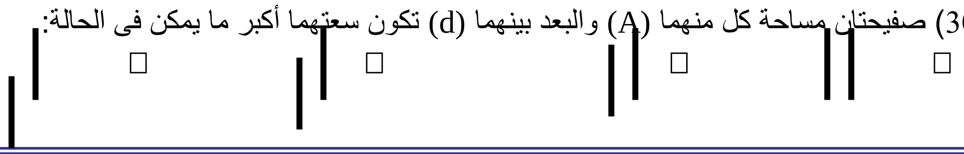
□ تصبح نصف ما كانت عليه.   □ تبقى كما هى.

29) أحد العوامل التالية لا تعتمد عليها سعة مكثف متوازى الصفائح:

□ الشحنة   □المسافة الفاصلة بين اللوحين

□ الوسط العازل بين اللوحين   □ المساحة المشتركة للوحين.

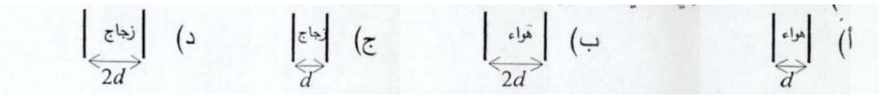
30) صفيحتان مساحة كل منهما (A) والبعد بينهما (d) تكون سعتهما أكبر ما يمكن فى الحالة:



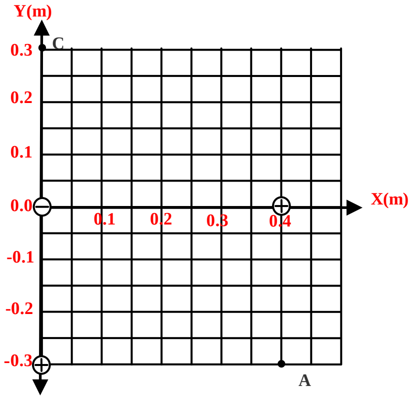
31) عند زيادة المسافة بين لوحى مكثف متوازى الصفائح متصل ببطارية:

□ تزداد سعة المكثف □ تقل سعة المكثف □ يقل فرق الجهد □ يزداد فرق الجهد

32) المكثف المستوى الذى له أكبر سعة من المكثفات التالية هو:



حل الأسئلة التالية:



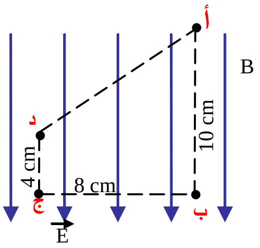
1) في الشكل المجاور ثلاث شحنات نقطية $q_1=-8$ n.c. عند نقطة الأصل و $q_2=+2$ n.c. عند $x=+0.4$ m و $q_3=+15$ n.c. عند $y=-0.3$ m . أوجد:

1- الجهد الكهربائي عند نقطة C

2- الجهد الكهربائي عند نقطة A

3- فرق الجهد عند الانتقال من A إلى C

4- التغير في طاقة وضع بروتون عند نقله من A إلى C



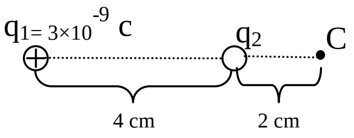
2) في الشكل المجاور إذا كان مقدار المجال الكهربائي (5 N/C)والبعد بين النقطتين (أ ، ب) (10 cm) وبين النقطتين (ج ، د) (4 cm) وبين النقطتين (ب ، ج) (8 cm) . أجب عما يلي:

1- أي نقطة يكون عندها الجهد أعلى من باقي النقاط؟

2- سم نقطتين الجهد عندهما متساوي . فسر إجابتك.

3- احسب فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين (أ ، د) .

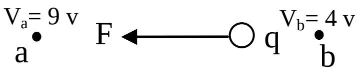
4- ما التغير في طاقة الوضع الكهربائية لشحنة موجبة مقدارها (2×10^{-6} C) عند تحريكها من ج إلى د .



3) الشكل المجاور يمثل شحنتين نقطيتين q_1 و q_2 فإذا انعدم الجهد الكهربائي عند النقطة C . أجب عما يلي:

1- احسب مقدار الشحنة q_2 وحدد نوعها؟

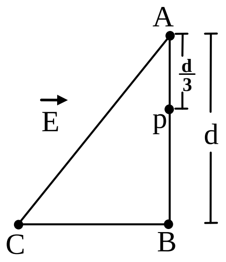
2- إذا نقلت الشحنة q_2 من موضعها إلى النقطة C فهل تزداد طاقة وضعها أم تنقص أم تبقى ثابتة؟ فسر إجابتك.



4) بالاستعانة بالشكل المجاور لشحنة في مجال كهربائي منتظم أجب عما يلي:

1- ارسم على الشكل خطوط المجال الكهربائي المنتظم وحدد جهته.

2- ما التغير في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة ($q=1.6\times10^{-12}$ C) عندما تنتقل من النقطة (b) إلى النقطة (a).



5) النقاط A و B و C تقع في مجال كهربائي منتظم وتشكل مثلثا قائم الزاوية كما في الشكل المجاور. إذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة A يساوي (4 v) وعند كل من النقطتين B و C يساوي (10 v)، أجب عما يلي:

1- حدد اتجاه المجال الكهربائي على الشكل.

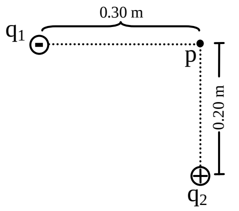
2- ماذا يطرأ على طاقة الوضع الكهربائية لإلكترون عندما ينقل من A إلى B ؟ فسر إجابتك.

3- إذا وضع إلكترون في النقطة(P) وترك ليتحرك بحرية فحدد اتجاه حركته. فسر إجابتك.

4- احسب جهد النقطة P .

6) شحنة نقطية ($q= -5\times10^{-6}$ C) وضعت في الفراغ. إذا كانت طاقة الوضع الكهربائية لشحنة نقطية أخرى ($Q= -4.2\times10^{-10}$ C) موضوعة في مجال الشحنة (q) تساوي (9.54×10^{-5} J) فأوجد بعد الشحنة (Q) عن الشحنة (q).

7) شحنتان نقطيتان ($q_1= -2.40\times10^{-9}$ C) و ($q_2= +2.00\times10^{-9}$ C) وضعتا في الفراغ كما في الشكل المجاور.



أجب عما يلي:

1- احسب الجهد الكهربائي عند النقطة (P).

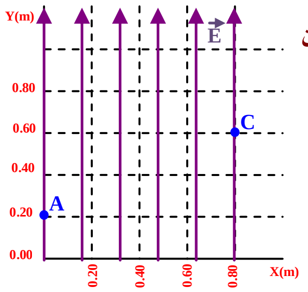
2- هل توجد نقطة في مجال الشحنتين يكون الجهد عندها يساوي صفراً (غير اللانهاية) ؟ فسر إجابتك.

8) يبين الشكل المجاور شحنة نقطية (Q) موضوعة في الهواء. عندما وضعت شحنة نقطية ($q= -4.0\times10^{-8}$ C) في النقطة (a) التي تقع بالقرب من الشحنة (Q) اكتسبت طاقة وضع كهربائية مقدارها (3.2×10^{-3} J). إذا كانت الشحنة (Q) هي الشحنة الوحيدة المؤثرة في النقطة (a) فأجب عما يلي:

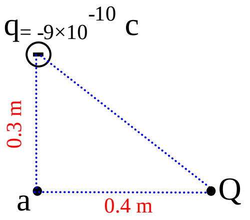
1- ما نوع الشحنة (Q) [موجبة أم سالبة] ؟ برر إجابتك.

2- احسب جهد النقطة (a).

9) يبين الشكل المجاور مجالاً كهربائياً منتظماً مقداره (250 N/C). احسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية لإلكترون عند نقله من نقطة (A) إلى نقطة (C).



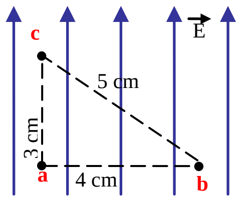
10) وضعت شحنتان نقطيتان (q و Q) في الهواء كما في الشكل المجاور. إذا كان الجهد الكهربائي الكلي عند نقطة (a) صفراً. فأجب عما يلي:



1- احسب كمية الشحنة (Q).

2- هل تزداد طاقة الوضع الكهربائية أم تقل أم تبقى ثابتة نتيجة نقل الشحنة (Q) من موقعها الحالي إلى نقطة (a) ؟ برر إجابتك.

11) (a ، b ، c) ثلاث مواقع في مجال كهربائي منتظم مقداره (420 N/C) واتجاهه باتجاه محور Y الموجب كما في الشكل المجاور. نقل بروتون بين المواقع الثلاثة بحيث عندما نقل من الموقع الأول إلى الموقع الثاني زادت طاقة وضعه الكهربائية ثم عندما نقل من الموقع الثاني إلى الموقع الثالث بقيت طاقة وضعه الكهربائية ثابتة. أجب عما يلي:

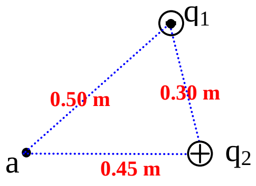


1- حدد موقع البروتون الابتدائي وموقعه النهائي.

2- احسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية للبروتون عند انتقاله من موقعه الابتدائي إلى موقعه النهائي.

12) يبين الشكل المجاور نقطة(a) تقع بالقرب من شحنتين نقطيتين ($q_1= -2.0\times10^{-8}$ C) و ($q_2= +2.0\times10^{-8}$ C)

أجب عما يلي:



1- احسب الجهد الكهربائي عند نقطة(a) .

2- احسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة q_2 إذا نقلت من موقعها إلى نقطة (a).

13) يراد عمل مكثف هوائي سعته 2.4×10^{-12} F والمسافة بين لوحيه 1.77 mm. أوجد:

1- مساحة الصفيحة المعدنية اللازمة لصنع المكثف.

2- طول كل من لوحي المكثف إذا كان عرضه 1.2 cm .

3- شحنة المكثف عند توصيله إلى بطارية 12 v .

14) مكثف هوائي متوازي الصفائح المساحة المشتركة بين لوحيه $3.0\ m^2$ والبعد العمودي بينهما $1.5\times10^{-4}\ m$ وصل ببطارية فرق الجهد بين طرفيها 12 v .

1- احسب كلاً من سعة المكثف والطاقة المختزنة فيه.

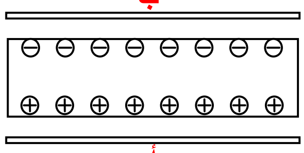
2- إذا أدخل لوح من الزجاج ليملأ الحيز بين لوحي المكثف فما التغير الذي يطرأ على شحنة المكثف؟ فسر إجابتك.

15) مكثف هوائي متوازي الصفائح سعته $6.4\times10^{-12}\ F$ والمسافة الفاصلة بين صفيحتيه $4\times10^{-3}\ m$. احسب:

1- المساحة المشتركة لصفيحتي المكثف.

2- طاقة الوضع الكهربائية التي يختزنها المكثف عند وصله ببطارية 12 v .

16) مكثف سعته الكهربائية $8.00\times10^{-9}\ F$ تم وصله ببطارية بحيث كان مقدار طاقة الوضع الكهربائية المختزنة فيه $9.00\times10^{-9}\ J$ فما فرق جهد البطارية.



17) وضعت مادة عازلة بين صفيحتي مكثف مشحون (أ , ب) مما سبب تكثيفاً للشحنات الموجبة والسالبة في المادة العازلة كما في الشكل.أجب عما يلي:

1- ما نوع شحنة كل من صفيحتي المكثف؟

2- قارن مقدار الشحنة التي تحملها الصفيحة (أ) بمقدار الشحنة التي تحملها الصفيحة(ب).

3- ماذا يطرأ على فرق الجهد بين الصفيحتين إذا سحبت المادة العازلة من بينهما دون تغيير المسافة الفاصلة بينهما؟ فسر إجابتك.

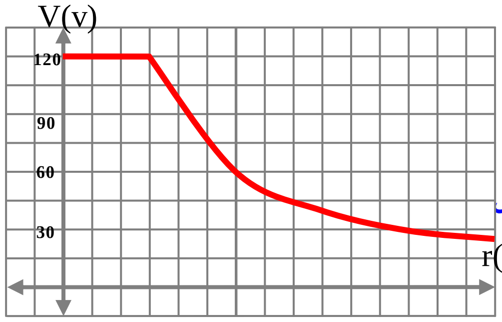
18) أراد متعلم أن يصنع مكثفاً متوازي الصفائح من صفيحة معدنية وحيدة مستطيلة الشكل مساحتها ($0.06\ m^2$) بحيث تكون سعته (88.5 pF) والمسافة بين لوحيه 2.8 mm ويشغل الهواء الحيز بين صفيحتيه. هل تكفي الصفيحة لصنع المكثف؟ برر إجابتك.

19) شحن مكثف ذو صفيحتين متوازيتين ثم فصل عن البطارية.فإذا أنقصت المسافة بين الصفيحتين إلى النصف ، فبأي عامل تتغير الطاقة المختزنة في المكثف؟ فسر إجابتك.

20) توفر لدي متعلم صفيحة معدنية رقيقة مساحتها الكلية ($0.0096\ m^2$) إذا أراد المتعلم أن يصنع مكثف متوازي الصفائح يشغل الهواء الحيز بين صفيحتيه باستخدام الصفيحة المتوفرة لديه، وكانت أقل مسافة ممكنة بين صفيحتي المكثف (0.010 m) فأجب عما يلي:

1- ما أكبر سعة ممكنة للمكثف يمكن أن يحصل عليها المتعلم؟

2- ماذا تنصح المتعلم أن يفعل لكي يزيد من سعة المكثف مستخدماً الصفيحة نفسها؟



21) الشكل المجاور يبين تغيرات الجهد الكهربائي عند نقطة بتغير البعد عن مركز موصل كروي مشحون ومعزول. معتمداً على الرسم أجب عما يلي:

1- جد مقدار الجهد الكهربائي ومقدار شدة لمجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن مركز الموصل مسافة (0.02 m).

2- جد مقدار شحنة الموصل الكروي.

22) أفلت إلكترون من حالة السكون داخل مجال كهربائي منتظم ، فتحرك على محور x من الموقع ($x_i = 8\times10^{-2}\ m$) إلى الموقع ($x_f = 18\times10^{-2}\ m$). وانخفضت طاقة وضعه الكهربائية بمقدار ($4\times10^{-18}\ j$). أجب عما يلي:

1- جد مقدار شدة المجال الكهربائي المؤثر في الإلكترون وحدد اتجاهه.

2- إذا كانت طاقة الوضع الكهربائية للإلكترون عند الموقع (x_i) تساوي ($4\times10^{-18}\ j$) فكم تكون طاقة الإلكترون الميكانيكية عند وصوله الموقع (x_f) ؟ برر إجابتك.

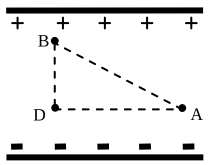
23) مكثف هوائي متوازي الصفائح مساحة الصفيحة الواحدة فيه (8×10^{-4} m^2) والمسافة الفاصلة بين صفيحتيه (2×10^{-3} m) . شحن المكثف بواسطة بطارية ثم فصل عنها. أجب عما يلي:

1- احسب سعة المكثف.

2- أكمل الجدول التالي بما يناسبه:

التغير / الحدث الذي يطرأ على:	زيادة المسافة بين الصفيحتين	إدخال مادة عازلة بين الصفيحتين
فرق الجهد بين الصفيحتين		
الطاقة المختزنة في المكثف		

24) وضع آيون عند النقطة A بين الصفيحتين الأفقيتين الموضحتين بالشكل المجاور، فاستقر ساكناً.

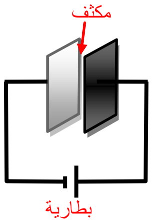


أجب عما يلي:

1- هل الآيون موجب أم سالب؟ برر إجابتك.

2- ما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين B و D الموضحتين بالشكل؟

25) مكثف سعته (C) وصل بين قطبي بطارية كما في الشكل المجاور. فصل المكثف عن البطارية ثم أبعد لوحاه عن بعضهما ايزداد البعد بينهما إلى ثلاثة أمثال ما كان عليه دون تغيير الشحنة على كلٍ من لوحيه؟ أجب عما يلي:



1- بأي عامل تغيرت الطاقة المختزنة في المكثف ؟

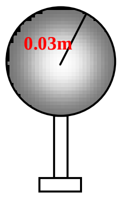
2- إذا أدخلت شريحة من الورق المقوى بين لوحي المكثف وهو مشحون ومعزول ، فهل يتغير فرق الجهد بين صفيحتيه؟ برر إجابتك.

26) صفيحتان متوازيتان تحملان شحنتين مختلفتين والمسافة بينهما (4×10^{-3} m) وشدة المجال بينهما (2×10^{6} N/c). أجب عما يلي :

1- احسب فرق الجهد بين الصفيحتين.

2- إذا انطلق بروتون من السكون من نقطة بالقرب من الصفيحة الموجبة، احسب طاقة حركة البروتون لحظة اصطدامه بالصفيحة السالبة.

27) في الشكل المجاور موصل كروي مشحون ومعزول، إذا كان الجهد الكهربائي عند نقطة (a) التي تبعد (2 cm) عن مركز الموصل يساوي (120 v). أجب عما يلي :



موصل كروي

1- اوجد المجال الكهربائي عند نقطة (a).

2- احسب شحنة الموصل.

28) أفلت إلكترون من السكون داخل مجال كهربائي منتظم مقداره (5×10^{3} v/m)، فتحرك على محور y من الموقع ($y_i = 8$ cm) إلى الموقع ($y_f = -2$ cm). أجب عما يلي:

1- احسب التغير في الجهد المؤثر في الإلكترون.

2- جد التغير في طاقة الوضع الكهربائية للإلكترون.

29) شحن مكثف هوائي متوازي الصفائح مساحة الصفيحة الواحدة فيه (15 cm^2) والمسافة الفاصلة بين صفيحتيه (1.2 mm) بواسطة بطارية فرق الجهد بين طرفيها (12 v) . أجب عما يلي:

1- احسب الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف.

2- إذا فصل المكثف عن البطارية ثم أدخل لوح زجاجي ليملأ الحيز بين صفيحتيه بدلاً من الهواء ، فما التغير الذي يطرأ على الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف؟ وضح إجابتك.

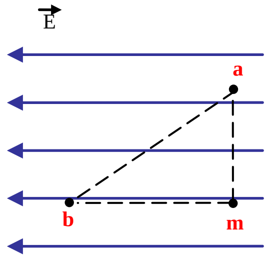
30) مكثفان (A) و (B). تم شحن المكثف (A) بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (6 v). بينما تم شحن المكثف (B) بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (3 v). احسب نسبة طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في المكثف (A) إلى طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في المكثف (B).

31) وصل مكثف مستوي البعد بين صفيحتيه (7×10^{-4} m) والمساحة المشتركة بينهما (2.80×10^{-4} m^2) والهواء يشغل الحيز بينهما ، ببطارية فرق الجهد بين قطبيها (6.0 v). أجب عن الآتي:

1- جد سعة المكثف.

2- إذا أدخلت مادة عازلة بين صفيحتي المكثف فماذا يطرأ على كلٍ من الآتي مع تبرير إجابتك؟

* شدة المجال الكهربائي بين صفيحتي المكثف. * الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف.

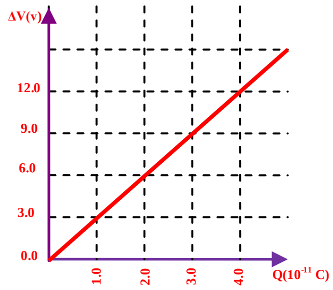


32) خسرت شحنة مقدارها (2×10^{-9} C) من طاقة وضعها الكهربائية بمقدار (4.2×10^{-8} j) عند نقلها في مجال كهربائي منتظم من النقطة a إلى النقطة b الموضحتان في الشكل المجاور . أجب عما يلي:

1- جد فرق الجهد بين النقطتين a و b (V_b-V_a).

2- إذا نقل إلكترون من نقطة m إلى نقطة a ثم إلى نقطة b فماذا يطرأ على طاقة وضعه الكهربائية؟برر إجابتك.

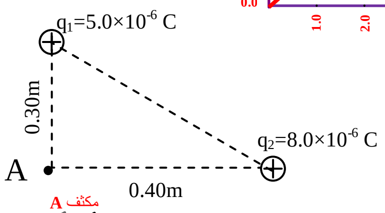
* المرحلة (من m إلى a) * المرحلة (من a إلى b):



33) شحن مكثف مستوي بوصل صفيحتيه ببطارية فرق الجهد بين قطبيها (12.0 v) . الرسم البياني المجاور يمثل منحنى تغيرات فرق الجهد بين صفيحتي المكثف بتغير شحنته خلال عملية الشحن . إذا كان البعد بين الصفيحتين (1.2 mm) فاحسب الآتي:

1- المساحة المشتركة بين صفيحتي المكثف.

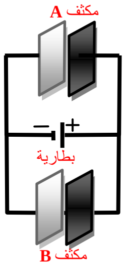
2- الزيادة في الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف والناتجة عن زيادة شحنته من (2×10^{-11} C) إلى (4×10^{-11} C) أثناء عملية الشحن .



34) وضعت شحنتان نقطيتان موجبتان في الهواء كما في الشكل المجاور.أجب عن الآتي:

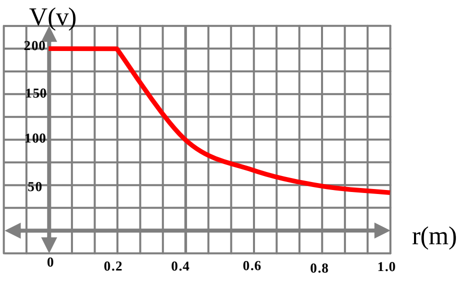
1- احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة q2 وحدد اتجاهها على الشكل.

2- إذا نقلت الشحنة q2 من مكانها الحالي إلى النقطة A ، فهل تزداد طاقة الوضع الكهربائية لها أم تنقص أم تبقى ثابتة؟ برر إجابتك.



35) وصل مكثفان متماثلان (A و B) بالبطارية نفسها كما بالشكل المجاور. إذا فصل المكثف A عن البطارية بفتح المفتاح S ثم زيد البعد بين صفيحتي كلٍ من المكثفين إلى مثلي ما كان عليه ، فجد:

1- نسبة الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف A إلى الطاقة المختزنة في المكثف B [$\frac{U_A}{U_B}$].



36) يبين الرسم البياني المجاور تغيرات الجهد الكهربائي عند نقطة تقع في مجال موصل كروي مشحون ومعزول يتغير بعدها عن مركز الموصل.إذا كان الهواء يحيط بالموصل والنقطة، أجب عما يلي:

1- احسب شحنة الموصل الكروي.

2- احسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية لبروتون ينقل من نقطة قريبة جداً من سطح الموصل إلى نقطة أخرى تبعد مسافة (0. 20 m) من سطحه .

3- احسب السعة الكهربائية للموصل الكروي.

37) تقع النقاط (a , b , c) داخل مجال كهربائي منتظم شدته (200 N/C) كما في الشكل المجاور.

أجب عما يلي:

1- احسب فرق الجهد الكهربائي بين النقطة (b) والنقطة (c) .

2- فسر لماذا تكون طاقة الوضع الكهربائية لإلكترون عند النقطة (a) تساوي طاقة الوضع له عند النقطة (b).

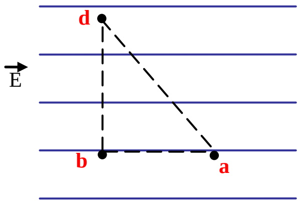
38) مكثف مستوي سعته (3.2×10^{-12} F) يملأ الهواء الحيز بين صفيحتيه و تفصل بينهما مسافة (8.0×10^{-3} m) ويتصل ببطارية فرق الجهد بين قطبيها (6.0 v). أجب عما يلي:

1- احسب المساحة المشتركة بين صفيحتي المكثف .

2- بأي عامل تتغير الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف إذا استبدلت البطارية بأخرى فرق الجهد بين قطبيها (12.0 v)؟بين خطوات الحل.

39) موصل كروي مشحون ومعزول نصف قطره (0.03 m) والجهد الكهربائي عند نقطة على سطحه (-6.0 v) .أجب عما يلي:

1- احسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية لإلكترون ينقل من نقطة على بعد (0.12 m)عن مركز الموصل إلى نقطة قريبة جداً من سطح الموصل .



40) تقع النقاط (a , b , c) داخل مجال كهربائي منتظم شدته (200 N/C) كما في الشكل المجاور.

($V_a < V_b$). أجب عما يلي:

1- قارن طاقة الوضع الكهربائية لبروتون يوضع عند النقطة (d) بطاقة وضعه الكهربائية عند كلٍ من النقطتين (b) و (c) .

2- حدد على الشكل اتجاه المجال الكهربائي.

41) مكثف كهربائي مستوي تتصل صفيحتاه ببطارية فرق جهدها (3.0 v) ويملأ الهواء الحيز بين صفيحتيه ($1.5\times10^{--}$ m^2) يملأ الهواء الحيز بين صفيحتيه و تفصل بينهما مسافة (8.0×10^{-3} m) ويتصل ببطارية فرق الجهد بين قطبيها (6.0 v). أجب عما يلي:

1- احسب كمية الشحنة على كلٍ من صفيحتي المكثف إذا كانت المساحة المشتركة بينهما(1.5×10^{-2} m^2) والبعد بينهما (2.0×10^{-3} m) .

2- عندما تحل مادة عازلة محل الهواء بين الصفيحتين ، أكمل الجدول التالي مستخدماً الكلمات (يقل ، يزداد ، يبقى ثابتاً) لتصف ما يحصل للكميات الواردة فيه.

مقدار فرق الجهد بين الصفيحتين	مقدار كمية شحنة كلٍ من الصفيحتين	مقدار سعة المكثف الكهربائية	مقدار الطاقة الكهربائية المختزنة في المكث